CAD/CAM/CAE 教学基地

DVD

包括所有模型文件和视频文件

NX 数控铣编程基础与实例

王学平 何光忠 张志平 编著
飞思数字创意出版中心 监制

- 9 个经典实例，40 个练习题，帮助读者提高实战能力
- 48 个视频教学文件，讲解时间长达 180 分钟，学练结合，巩固学习效果
- 功能、命令详解与实例操作紧密结合，使学习方式更加科学、高效
- 通过本书的学习，可以帮助读者提升 NX 设计水平

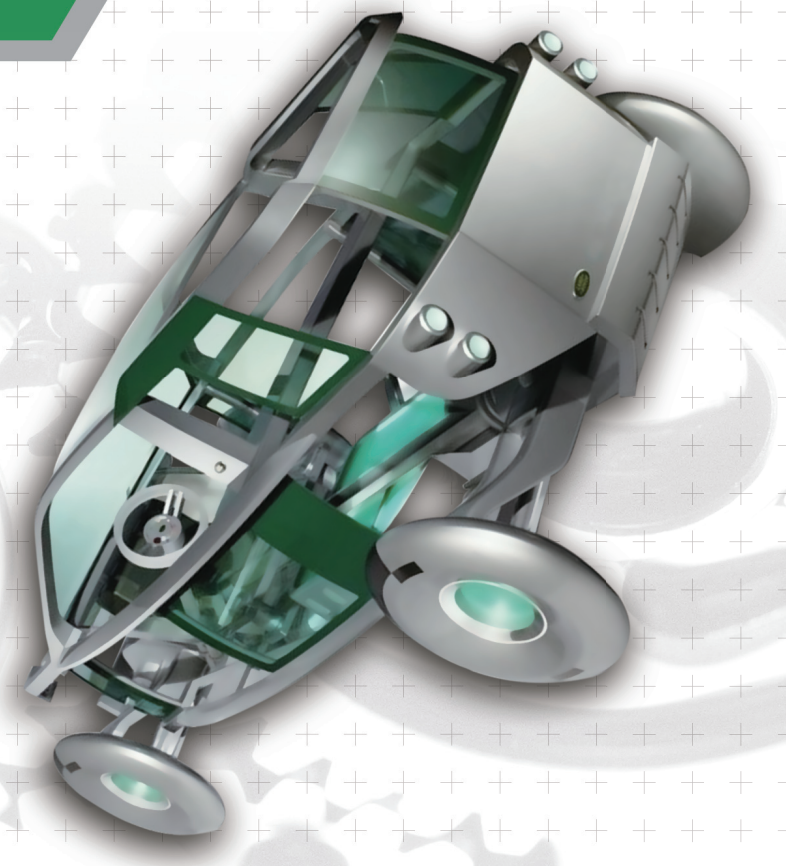


電子工業出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
http://www.phei.com.cn

CAD/CAM/CAE 教学基地

NX 数控铣编程基础与实例

王学平 何光忠 张志平 编著
飞思数字创意出版中心 监制



電子工業出版社
Publishing House of Electronics Industry
北京·BEIJING

内容简介

本书通过大量练习讲述了 NX 制造模块（Manufacturing）的固定轴铣削编程方法，主要内容包括型腔铣、残料加工、等高轮廓铣、曲面轮廓铣、平面铣以及孔加工的编程特点、原理和方法。本书还通过典型零件如模具型芯、型腔以及电极零件的铣削编程实例，进一步讲述了各种铣削方法在实际编程中的应用。

本书语言简洁，练习丰富，实例典型，编程步骤清晰，可作为高等院校和职业教育机构的数控铣编程教材，同时也是理想的自学参考书。

未经许可，不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有，侵权必究。

图书在版编目（CIP）数据

NX 数控铣编程基础与实例 / 王学平, 何光忠,张志平编著. -- 北京 : 电子工业出版社, 2011.6
（CAD/CAM/CAE 教学基地）
ISBN 978-7-121-13324-4
Ⅰ. ①N… Ⅱ. ①王… ②何… ③张… Ⅲ. ①数控机床：铣床－程序设计－应用软件，UG NX Ⅳ. ①TG547

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2010）第 250302 号

责任编辑：何郑燕
文字编辑：孔德喜　杨　源
印　　刷：北京东光印刷厂
装　　订：三河市皇庄路通装订厂
出版发行：电子工业出版社
　　北京市海淀区万寿路 173 信箱　　邮编：100036
开　　本：787×1092　1/16　印张：27.75　字数：710.4 千字
印　　次：2011 年 6 月第 1 次印刷
印　　数：4 000 册　定价：59.80 元（含光盘 1 张）

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题，请向购买书店调换。若书店售缺，请与本社发行部联系，联系及邮购电话：（010）88254888。

质量投诉请发邮件至 zlts@phei.com.cn，盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线：（010）88258888。

本书既是练习丰富、实例典型的数控铣编程教材，也是实用的学习参考书。

本书内容

本书分两篇共 15 章讲述 NX 数控铣削编程方法与技巧。

第 1、2、3 章介绍了 NX/Manufacturing 数控铣编程概念及术语。

第 4、5、6、7、8 章分别讲述型腔铣、等高轮廓铣、固定轴曲面轮廓铣、平面铣以及孔加工编程的原理和方法。

第 9 章讲述操作中的共同参数选项设置，如步距、切削速度、非切削运动及机床控制等。

第 10 章讲述如何输出 NC 程序和车间工艺文件。

第 11 章讲述如何自定义模板及定制操作对话框。

第 12、13、14、15 章分别是典型零件、模具型芯、型腔以及电极零件铣削编程实例。

本书特色

本书通过大量编程练习，力求让读者通过练习，深入理解每一种铣削编程原理及方法。

本书通过典型零件、模具型芯、模具型腔以及电极编程实例，讲述型腔铣、等高轮廓铣、固定轴曲面轮廓铣、平面铣以及孔加工编程技巧。

如何使用本书

本书适合初学者或有一定编程基础的读者使用。对于初学者，建议先简要学习第 1、2、3 章，了解和掌握 NX/Manufacturing 数控铣编程术语、思路及步骤；其次，可学习第 4、5、6、7、8 章中的任何一章，因为这 4 章中的内容相对独立，每一章介绍一种铣削编程方法；再次，学习共同参数选项设置、输出 NC 程序和车间工艺文件；最后学习第 11、12、13、14 和 15 章。对于有一定编程基础的读者，可直接研读编程实例。

本书配送光盘一张，提供了所有练习及实例的模型文件和编程视频文件，读者可直接播放这些视频文件进行学习。

本书在编写过程中，朱光力教授和戴珏教授给予了热情指导，机电学院副院长钟健给予了大力支持，参与本书编写工作的人员包括：谢国明、洪建明、周旭光、周建安、徐炜波、吴增桂、曹国锟、张素卿、郭晓霞、何雪花、朱力光、钟健、何光忠、王学平、张志平，这里向他们表示衷心感谢。

由于编著者水平有限，错漏之处在所难免，恳请读者批评指证，建议及问题请发送到davidwan@oa.szpt.net。

编著者

2011 年 3 月

目　录

基础篇 …… 1

第 1 章　NX/Manufacturing 概述 …… 3

1.1　NX/Manufacturing …… 3

1.1.1　Manufacturing 功能简介 …… 3

1.1.2　NX/Manufacturing 主要特点 …… 4

1.2　Manufacturing 初始化 …… 4

1.3　NX/Manufacturing 用户界面 …… 5

1.3.1　NX/Manufacturing 工具条和菜单 …… 6

1.3.2　NX/Manufacturing 首选项 …… 8

1.4　NX/Manufacturing 数控加工编程术语 …… 8

第 2 章　操作与操作导航器 …… 11

2.1　操作 …… 11

2.2　操作导航器 …… 12

2.2.1　操作导航器界面 …… 13

2.2.2　操作导航器显示设置 …… 14

2.2.3　对象编辑与处理 …… 15

2.3　操作导航器视图方式 …… 16

2.3.1　程序顺序视图（Program Order View） …… 16

2.3.2　刀具视图（Machine Tool View） …… 16

2.3.3　几何视图（Geometry View） …… 17

2.3.4　加工方法视图（Machining Method View） …… 17

2.4　思考题 …… 18

第 3 章　加工创建 …… 19

3.1　创建程序组 …… 19

3.2　创建刀具 …… 21

3.2.1　刀具类型及参数 …… 21

3.2.2　常用刀具规格 …… 22

练习　1 …… 23

3.3　创建加工几何 …… 27

3.3.1　加工坐标系（MCS） …… 27

3.3.2　工件（WORKPIECE） …… 27

练习　2 …… 28

3.4　创建加工方法 …… 31

3.5　创建操作 …… 33

练习　3 …… 34

3.6　刀轨显示、生成及验证 …… 35

3.6.1　刀轨显示设置 …… 35

3.6.2　刀轨生成 …… 36

3.6.3　可视化刀轨验证 …… 36

第 4 章　型腔铣 …… 39

4.1　型腔铣概述 …… 39

4.2　型腔铣操作子类型 …… 40

4.3　创建型腔铣操作步骤 …… 41

练习　1 …… 42

4.4　切削范围及其定义 …… 45

练习　2 …… 47

4.5　拐角与残料加工 …… 49

练习　3 …… 50

练习　4 …… 56

练习　5 …… 60

第 5 章　等高轮廓铣 …… 67

5.1　等高轮廓铣概述 …… 67

5.2　等高轮廓铣操作子类型 …… 67

5.3 创建等高轮廓铣操作步骤……68
练习 1……69
练习 2……72
练习 3……75
练习 4……78
第 6 章 固定轴曲面轮廓铣……81
6.1 固定轴曲面轮廓铣概述……81
6.1.1 固定轴曲面轮廓铣特点……81
6.1.2 固定轴曲面轮廓铣原理……81
6.2 固定轴曲面轮廓铣操作子类型……82
6.3 创建固定轴曲面轮廓铣操作步骤……84
6.4 区域驱动……84
练习 1……84
练习 2……87
练习 3……90
6.5 曲线/点驱动……93
练习 4……94
6.6 螺旋驱动……98
练习 5……98
6.7 边界驱动……100
练习 6……100
6.8 径向驱动……105
练习 7……105
6.9 刀轨驱动……108
练习 8……108
6.10 清根驱动……111
6.10.1 清根及其特点……111
6.10.2 清根操作子类型……111
6.10.3 清根操作参数……112
练习 9……114
6.11 流线驱动……116
练习 10……116
6.12 3D 轮廓加工……118
练习 11……118
6.13 刻字……121
练习 12……121
第 7 章 平面铣……125
7.1 平面铣特点……125
7.2 平面铣操作子类型……126
7.3 创建平面铣操作步骤……128
7.4 边界及其创建……128
7.4.1 边界及其特点……128
7.4.2 边界类型……129
7.4.3 永久边界及其创建……130
7.4.4 临时边界及其创建……131
7.4.5 边界创建小结……132
练习 1……132
练习 2……133
练习 3……136
7.5 切深定义……141
练习 4……143
练习 5……146
7.6 面铣……151
练习 6……151
练习 7……156
练习 8……159
第 8 章 孔加工……163
8.1 孔加工特点……163
8.2 孔加工操作子类型……164
8.3 创建孔加工操作步骤……164
8.4 钻削几何及其定义……165
8.4.1 创建/编辑加工坐标系（MCS）……165
8.4.2 创建钻削几何（DRILL_GEOM）……165
8.4.3 定义和编辑孔（Holes）……167
8.5 孔加工操作参数设置……168
练习 1……169
8.6 孔加工循环方式……176
8.6.1 无循环（No Cycle ）……176

8.6.2　仿真循环（Simulation Cycle）……176
8.6.3　固定循环（Fixed Cycle）……178
练习　2……179
8.7　循环参数设置……185
练习　3……187
第 9 章　共同参数选项……193
9.1　切削模式……193
9.2　切削步距……198
9.3　非切削移动……200
9.4　切削速度……204
9.5　机床控制……205
练习……207
第 10 章　输出 NC 程序和车间工艺文件……209
10.1　后处理……209
10.2　输出 NC 程序……209
练习　1……210
10.3　输出车间工艺文件……212
练习　2……213
第 11 章　自定义模板与定制操作对话框……215
11.1　自定义模板……215
练习　1……215
11.2　定制操作对话框……223
练习　2……224
实例篇……227
第 12 章　典型零件编程实例……229
12.1　实例 1……229
12.1.1　编程准备……230
12.1.2　创建粗加工操作……230
12.1.3　创建二次粗加工操作……234
12.1.4　创建半精加工操作……236
12.1.5　创建精加工操作（1）……239
12.1.6　创建精加工操作（2）……241
12.1.7　创建精加工操作（3）……244
12.1.8　创建精加工操作（4）……245
12.1.9　输出 NC 程序……248
12.2　实例 2……249
12.2.1　编程准备……249
12.2.2　创建粗加工操作……250
12.2.3　创建半精加工操作……253
12.2.4　创建精加工操作（1）……257
12.2.5　创建精加工操作（2）……260
12.2.6　创建精加工操作（3）……263
12.2.7　创建精加工操作（4）……265
12.2.8　输出 NC 程序……266
第 13 章　型芯零件铣削编程实例……267
13.1　实例 1……267
13.1.1　编程准备……268
13.1.2　创建粗加工操作……268
13.1.3　创建二次粗加工操作……273
13.1.4　创建半精加工操作……275
13.1.5　创建精加工操作（1）……277
13.1.6　创建精加工操作（2）……281
13.1.7　创建精加工操作（3）……282
13.1.8　创建精加工操作（4）……284
13.1.9　创建清根操作（1）……287
13.1.10　创建清根操作（2）……288
13.1.11　输出 NC 程序……290
13.2　实例 2……291
13.2.1　编程准备……292
13.2.2　创建粗加工操作……292
13.2.3　创建二次粗加工操作……296
13.2.4　创建半精加工操作（1）……299
13.2.5　创建半精加工操作（2）……302
13.2.6　创建半精加工操作（3）……304
13.2.7　创建精加工操作（1）……307
13.2.8　创建精加工操作（2）……310
13.2.9　创建精加工操作（3）……313
13.2.10　创建清根操作（1）……315

13.2.11 创建清根操作（2）……316
13.2.12 输出 NC 程序……319
第 14 章 型腔零件铣削编程实例……321
14.1 实例 1……321
14.1.1 编程准备……322
14.1.2 创建粗加工操作……322
14.1.3 创建二次粗加工操作……327
14.1.4 创建半精加工操作……329
14.1.5 创建精加工操作（1）……332
14.1.6 创建精加工操作（2）……336
14.1.7 创建精加工操作（3）……340
14.1.8 创建清根操作……341
14.1.9 输出 NC 程序……343
14.2 实例 2……344
14.2.1 编程准备……344
14.2.2 创建粗加工操作……345
14.2.3 创建二次粗加工操作……349
14.2.4 创建半精加工操作（1）……352
14.2.5 创建半精加工操作（2）……355
14.2.6 创建精加工操作（1）……359
14.2.7 创建精加工操作（2）……361
14.2.8 创建精加工操作（3）……363
14.2.9 创建清根操作（1）……368
14.2.10 创建清根操作（2）……370
14.2.11 输出 NC 程序……372
第 15 章 电极铣削编程实例……373
15.1 实例 1……373
15.1.1 编程准备……374
15.1.2 创建粗加工操作……375
15.1.3 创建精加工操作（1）……378
15.1.4 创建精加工操作（2）……381
15.1.5 创建精加工操作（3）……384
15.1.6 创建精加工操作（4）……386
15.1.7 输出 NC 程序……390
15.2 实例 2……391
15.2.1 编程准备……391
15.2.2 创建粗加工操作……392
15.2.3 创建半精加工操作……396
15.2.4 创建精加工操作（1）……398
15.2.5 创建精加工操作（2）……400
15.2.6 创建精加工操作（3）……403
15.2.7 创建精加工操作（4）……406
15.2.8 创建精加工操作（5）……410
15.2.9 创建精加工操作（6）……411
15.2.10 输出 NC 程序……413
15.3 实例 3……413
15.3.1 编程准备……414
15.3.2 创建粗加工操作……415
15.3.3 创建半精加工操作……419
15.3.4 创建精加工操作（1）……423
15.3.5 创建精加工操作（2）……424
15.3.6 创建精加工操作（3）……427
15.3.7 创建精加工操作（4）……428
15.3.8 创建精加工操作（5）……431
15.3.9 输出 NC 程序……434

基础篇

主要内容

- NX/Manufacturing 概述
- 操作与操作导航器
- 加工创建
- 型腔铣编程
- 等高轮廓铣编程
- 固定轴曲面轮廓铣编程
- 孔加工编程
- 共同参数选项
- 模板创建
- 输出 NC 程序和车间工艺文件

第 1 章　NX/Manufacturing 概述

主要内容

- NX/Manufacturing
- NX/Manufacturing 初始化
- NX/Manufacturing 用户界面
- 数控编程术语

1.1　NX/Manufacturing

NX 是技术领先、高度集成、广泛使用的 CAD/CAE/CAM 软件，它为用户的产品设计以及加工过程提供了数字化造型和验证手段。

Manufacturing 是 NX 的计算机辅助制造模块，它与 NX CAD/CAE 模块紧密集成，是优秀的数控加工编程工具。

1.1.1　Manufacturing 功能简介

Manufacturing 计算机辅助制造模块功能强大，涵盖以下加工方式。

1．固定轴铣削（Fixed-Axis Milling）

固定轴铣削用于产生 2.5 轴及 3 轴运动的刀具路径，是使用最为广泛的加工编程模块，其内容包括平面铣（Planar Milling）、型腔铣（Cavity & Core Milling）、固定轴曲面轮廓铣（Fixed Contour Milling）以及孔加工（Point To Point/钻孔、铰孔、镗孔、攻螺纹等）。固定轴铣削也是本书要详细讲述的内容。

2．可变轴铣削（Variable-Axis Milling）

可变轴铣削提供了任意曲面的固定轴和多轴铣削加工编程，规定了 3～5（轴）刀具方位、循环动作以及曲面加工质量。通过使用曲面参数，把刀具轨迹映射到加工面上，并利用任意曲线及点对刀具轨迹进行控制。

3．顺序铣削（Sequential Milling）

顺序铣削方式适用于用户要求对切削过程中刀具的每一步路径生成都要进行控制的情况。顺序铣削刀轨和几何模型是完全相关的，使用交互方式逐段建立刀具路径。

4．车削（Lathe）

车削提供了回转类零件的加工编程功能。零件的几何模型和刀具轨迹完全相关，刀具轨迹能随几何模型的改变而自动更新。它具有粗车、多次走刀精车、车沟槽、车螺纹和钻中心孔等功能。

5．线切割（Wire EDM）

该模块支持 NX 的线框模型和实体模型，可用于 2～4 轴线切割加工编程。

6．**后处理**（Postprocessing）

NX 提供了编写后处理程序的交互式平台。通过此平台，用户可以比较容易地开发适合于特殊加工设备的后处理程序。

1.1.2 NX/Manufacturing 主要特点

- 可接受有缺陷的 CAD 数据。
- 可减少加工时间 30%。
- 使用客户化界面（模板）可减少用户培训、编程时间（50~75）%。
- 基于特征的加工技术可节省编程时间 90%。
- 使用 HSM/ Nurbs 精加工模具可减少加工时间 50%。
- 过程加工材料（IPW）的自动生成与管理。
- 单一操作完成复杂零件的加工编程。

1.2 Manufacturing 初始化

加工环境是指进入 NX 加工模块后的编写程序工作环境，加工环境初始化就是根据被加工零件的特点选择合适的编程工作环境。

在打开一个模型零件准备编写加工程序时，需要加载加工（Manufacturing）模块，有两种方法：一是在开始（Start）下拉菜单中选择加工（Manufacturing），如图 1-1 所示；二是在应用（Application）工具条中单击按钮，如图 1-2 所示。



图 1-1



图 1-2

在加载加工模块之后，系统显示如图 1-3 所示的加工环境设置对话框。根据被加工零件的特点，选择一种 CAM 设置方式，单击确定按钮，进入到特定的编程环境中。



图 1-3

在图 1-3 中，虽然用户一次只能选择一种 CAM 设置方式进行初始化，但当编写一段程序即创建一个操作时，用户可以在操作对话框中的类型下拉菜单中重新选择如图 1-4 所示的加工类型，因此在初始化菜单中，不论选择哪一种设置方式，编程环境都可根据要求重新选择。



图 1-4

1.3　NX/Manufacturing 用户界面

在系统初始化之后，将进入编程环境，其界面由所选的 CAM 设置决定。图 1-5 是设置为平面铣　mill_planar 的用户界面，也是本书所讲述的加工界面，其他铣削界面与此界面类似。

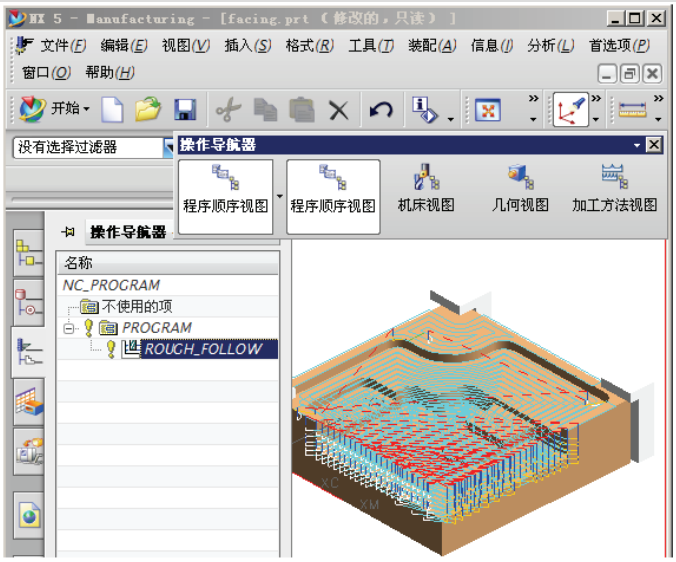


图 1-5

1.3.1 NX/Manufacturing 工具条和菜单

在用户界面模型窗口外的空白处，单击 MB3，显示如图 1-6 所示的加工工具条设置下拉菜单，单击要使用的工具条名称后，工具条将出现在用户界面中。若工具条名称前有√，表示此工具条已显示，再单击则会关闭。



图 1-6

1．导航器工具条

导航器工具条主要用于视图之间的切换，如图 1-7 所示。



图 1-7

2．插入工具条

插入工具条用于创建程序、刀具、几何、加工方法以及操作，如图 1-8 所示。



图 1-8

3．加工对象工具条

加工对象工具条用于管理如加工几何、刀具、加工方法以及操作等对象，如图 1-9 所示。



图 1-9

4．加工操作工具条

加工操作工具条用于对操作进行各种编辑和处理，如图 1-10 所示。



图 1-10

5．Manufacturing 菜单

菜单不如工具条使用方便，但一些功能只在菜单里给出，若要使用一些特殊功能，请在插入（Insert）、格式（Format）、工具（Tools）、分析（Analysis）等主菜单中选取。

1.3.2 NX/Manufacturing 首选项

在主菜单中选择首选项（Preferences）→加工（Manufacturing），打开如图 1-11 所示的对话框。在此对话框中，可在编程之前预先设置操作（Operation）、配置（Configuration）等参数。



图 1-11

1.4 NX/Manufacturing 数控加工编程术语

1．工作坐标系（WCS）

工作坐标系（Work Coordinate System）是建模的参考坐标系，而在 NX CAM 中，WCS 是创建曲线、指定避让几何、指定预钻下刀点、切削区域开始点等对象的坐标系。

2．加工坐标系(MCS)

加工坐标系是创建刀轨的参考坐标系，即刀具位置坐标输出的基准，用 XM-YM-ZM 表示，如图 1-12 所示。定义了加工坐标系，在编写加工程序时就无须考虑工件在机床上的安装位置，只要根据工件的特点及尺寸来编写加工程序即可。

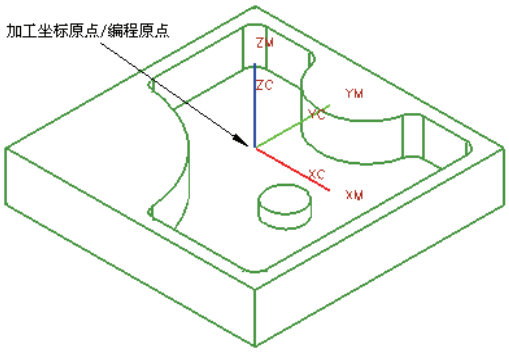


图 1-12

加工坐标系的原点即为编程原点。理论上，加工坐标系的原点可以定义在任意位置上，然而实际情况下，编程原点通常可参考以下几点设定：

1）编程原点可以定义在被加工零件上，也可以定义在毛坯、夹具或机床上。为了提高零件的加工精度，编程原点应尽量设置在零件的设计基准或工艺基准上，以便于数据处理。

2）编程原点尽量选在精度较高的加工表面上，以提高工件的加工精度。

3）对于对称工件，其编程原点最好指定在对称中心上。

4）编程原点的设置应易于寻找并在加工过程中便于检查。

3．刀轨

刀轨就是加工过程中刀具参考点所走过的轨迹。不同的 CAM 系统，参考点的定义是不相同的。NX CAM 规定，不论何种铣刀，其参考点都在刀具的底部中心位置处。例如在图 1-13 中，使用平底立铣刀，圆圈表示刀具直径轮廓，而圆圈中的曲线即为刀轨。

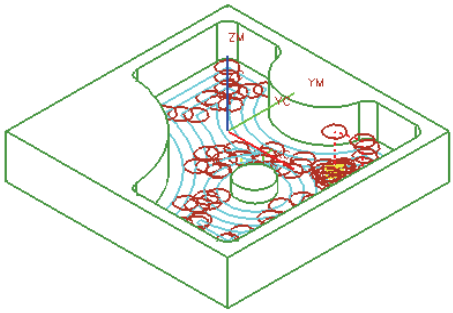


图 1-13

4．刀位源文件(CLSF)

刀位源文件（Cutter Location Source File）指刀具在生成刀轨时所经过的加工位置点的所有坐标集合，图 1-14 是图 1-15 所示刀轨的刀位源文件。

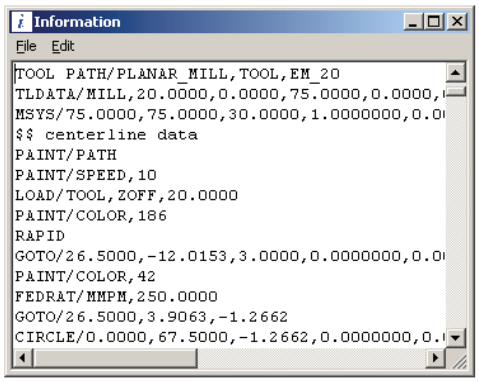


图 1-14

5．NC 程序

NC 程序与机床有关，把生成的刀位源文件使用特定机床的后处理程序进行处理后，将生成与之相适应的 NC 程序，该程序可直接控制机床进行加工，图 1-15 是经过后处理输出的 NC 程序。

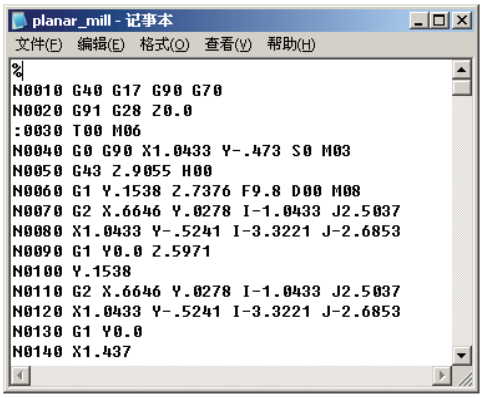


图 1-15

第 2 章　操作与操作导航器

主要内容

- 操作
- 操作导航器
- 程序顺序视图
- 刀具视图
- 加工几何视图
- 加工方法视图

2.1　操作

1．操作（Operation）

操作是制造模块中的重要概念，是生成一段刀轨的所有信息的集合，这些信息包括被加工零件几何模型、毛坯模型、夹具、切削方法、切削参数，切削速度以及刀具参数等。操作生成后保存在被加工零件中。

实际上，使用 NX/Manufacturing 编写加工程序，就是创建一个个操作，从而生成一段段刀轨，最终完成零件的粗加工、半精加工以及精加工等工序。例如打开（Open→光盘\nxcam_parts\ont\milling_demo.prt）如图 2-1 所示的零件，进入加工模块，在操作导航器中可以看到如图 2-2 所示的加工该零件的 6 个操作，每一个操作都生成一段刀轨，图 2-3 是第三个操作生成的刀轨示意图。

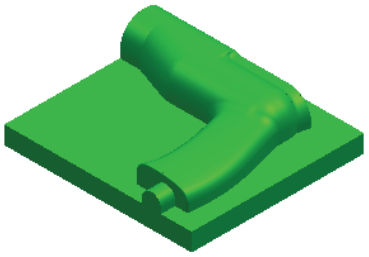


图 2-1

总之，一个操作由两部分组成：一部分是操作参数；而另一部分则是由这些参数所生成的刀轨。一个既有操作参数，又有刀轨的操作，其名称前面有 符号。

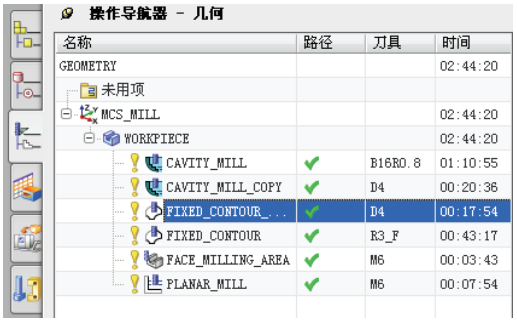


图 2-1

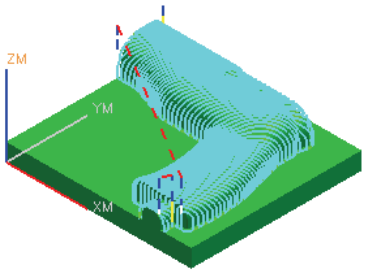


图 2-2

2．空操作

若一个操作中只包含操作参数而不包含刀轨，则称之为空操作。一个空操作中如果包含了生成刀轨的参数，这个操作就可以随时生成刀轨。空操作不允许进行后处理，其名称前有⊘符号，如图 2-4 所示。

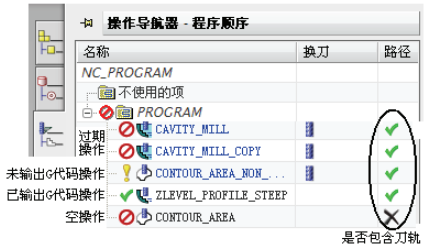


图 2-3

3．过期操作

若一个操作中既包含操作参数，也包含刀轨，但当它的操作参数被修改之后，若没有重新生成刀轨并保存，这个操作的刀轨就和它的操作参数之间失去了一致性，这样的操作叫过期操作，其名称前面有⊘符号。若对过期操作进行后处理，系统会给出提示，要求重新生成刀轨，再进行后处理或直接进行后处理。

4．已输出 NC 程序的操作

一个操作若被后处理（Postprocess）即输出了 NC 代码，其名称前面有✓符号，如图 2-4 所示。

2.2 操作导航器

顾名思义，操作导航器（Operation Navigator）就是为操作导航的，它是一个如图 2-5 所示的图形化的用户界面，用于管理操作以及生成操作时所使的刀具、加工几何、加工方法以及程序组。

在操作导航器中，程序、刀具、加工几何以及加工方法均以节点形式存在，并且各自以树状结构组织起来，形成父子关系，这种组织方式有两个优点：一是父节点参数可传递给子节点即子节点继承父节点参数；二是程序、刀具、几何和加工方法能被不同的操作所共享，从而减少重复定义，提高编程效率。



图 2-4

2.2.1　操作导航器界面

1．独立窗口界面

在资源工具条中双击，将在模型窗口中显示如图 2-6 所示的一个单独的操作导航器窗口，此窗口可以移动、停泊或取消，其用法与 Windows 中的窗口相同。



图 2-5

2．左侧窗口界面

在资源工具条中单击，显示如图 2-7 所示的位于图形窗口左侧的操作导航器对话框。若单击左上角所示的图钉按钮，将变成按钮，此时窗口被锁定；若要取消锁定，单击按钮。若要调整窗口大小，可移动光标到窗口右边框，光标将变成如图 2-7 所示的左右箭头，按住 MB1 不放并向右拖动，此时窗口增大，若向左拖动则窗口缩小。



图 2-6

3．节点展开与折叠

在操作导航器对话框中，“+”表示节点已被折叠，“-”表示节点已被展开，单击“+”

或“-”，节点将进行折叠与展开切换，如图 2-8 所示。



图 2-7

2.2.2 操作导航器显示设置

1．显示列设置（Columns）

在操作导航器窗口中，信息以列方式显示，用户要显示哪些列，可根据要求设置。

在操作导航器对话框内的空白处，单击 MB3 弹出快捷菜单，如图 2-9 所示。选择列（Columns），将出现列名称，其中前面有√表示此列已显示，单击将取消显示，再一次单击可重新显示。

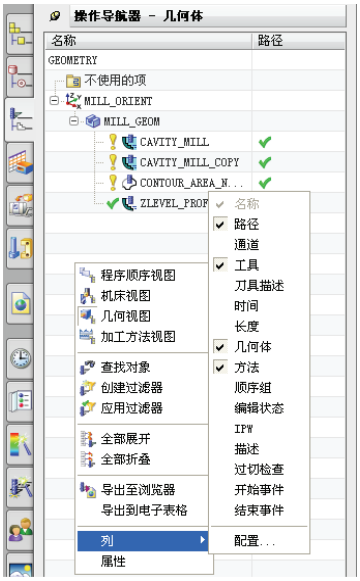


图 2-8

2．相关性窗口（Dependencies）

相关性窗口用于显示在操作导航器窗口中被选择对象的父、子节点的全部信息。例如在图 2-10 中，相关性窗口中显示了被选操作 CAVITY_MILL 的所有父节点信息。在操作导航器窗口中，单击相关性，将打开相关性窗口，再单击相关性，此窗口将关闭。

3．细节窗口（Details）

细节窗口用于显示在操作导航器窗口中被选择对象的参数及其继承方式。例如在图

2-10 中，细节窗口中显示了被选操作 CAVITY_MILL 的所有详细参数及其继承方式。在操作导航器窗口中单击细节，将打开细节窗口，再单击细节，此窗口将关闭。

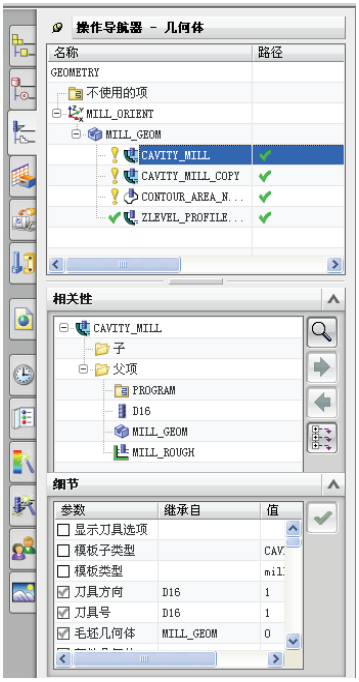


图 2-9

2.2.3　对象编辑与处理

在操作导航器中，我们把操作及其父节点组(程序、刀具、几何和加工方法)等统称为对象，可对其进行编辑或处理，其方法是选择一个或一组对象，单击 MB3，在弹出的快捷菜单中选择编辑或处理方式即可。注意，由于所选对象不同，快捷菜单的选项也各异，例如图 2-11 显示的是选择一个操作后弹出的快捷菜单。

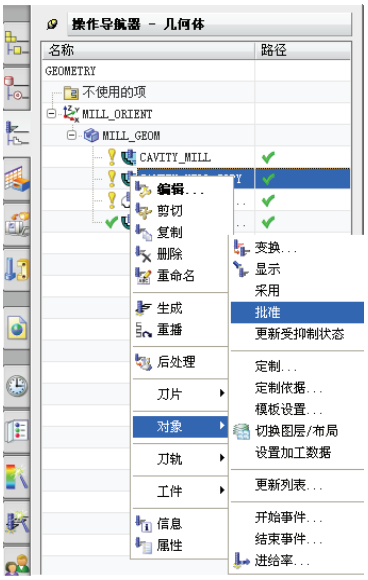


图 2-10

2.3 操作导航器视图方式

在操作导航器窗口中，操作按程序顺序、刀具、几何和加工方法 4 种方式组织显示，也就形成了如图 2-12 所示的 4 种视图。在任何一种视图方式下，用户都可根据需要切换到其他视图。

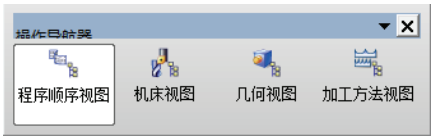


图 2-11

2.3.1 程序顺序视图（Program Order View）

程序顺序视图类似于文件夹，用于对操作进行分类和排序。单击，将切换到程序顺序视图，此时将显示每一个程序组及其节点下的操作，图 2-13 是程序顺序视图显示实例。程序顺序视图的主要特点如下：

- 程序顺序视图决定操作的输出顺序，即加工的先后顺序。若几个操作要一起进行后处理即输出 NC 程序时，应注意它们在程序视图中的排列顺序，如粗加工在前，精加工在后等。
- 每一个程序节点其上可以有父节点，其下可以有子节点或操作。
- 程序节点之间有父子关系，但不继承任何信息。
- 程序节点下的操作可以通过复制、剪切、粘贴或拖动来改变其父节点或其排列顺序，但操作不需要更新，因为操作没有继承程序父节点的任何信息。



图 2-12

2.3.2 刀具视图（Machine Tool View）

刀具视图按刀具组织操作，显示每一把刀具以及使用这些刀具的操作名称。在视图工具条中单击，将切换到刀具视图，图 2-14 是刀具视图显示实例。刀具视图的主要特点如下：

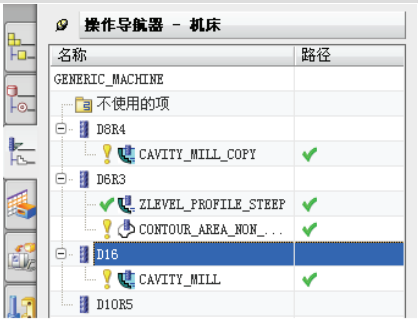


图 2-13

- 刀具节点之间没有父子关系。
- 每一把刀具节点下的操作共享这把刀具。
- 刀具节点下的操作都可以通过复制、剪切、粘贴或拖动来改变其父节点，即更换操作使用的刀具，此时刀轨必须重新生成。

2.3.3　几何视图（Geometry View）

几何视图显示已定义的加工几何以及使用这些加工几何的操作名称。单击，将切换到加工几何视图，图 2-15 是几何视图显示实例。几何视图的主要特点如下：

- 几何节点之间有父子关系，即每个子节点继承父节点的数据。
- 每一个几何节点之上可以有父节点，其下可以有子节点或操作。
- 位于同一几何节点下的操作共享其父节点的数据。
- 几何节点下的操作都可以通过复制、剪切、粘贴或拖动来改变其父节点。对于一个操作而言，改变它的几何父节点，也就是改变了几何参数，此时刀轨必须重新生成。



图 2-14

2.3.4　加工方法视图（Machining Method View）

加工方法视图显示已定义的加工方法以及使用这些加工方法的操作名称。单击，将切换到加工方法视图，图 2-16 是加工方法视图显示实例。加工方法视图主要特点如下：

- 加工方法节点之间有父子关系，即每个子节点继承父节点的数据。
- 每一个加工方法节点之上可以有父节点，其下可以有子节点或操作。

- 位于同一加工方法节点下的操作共享其父节点的数据。
- 在加工方法父节点下的操作，其零件余量、内外公差可以进行修改，即可以不使用父节点的参数。
- 加工方法节点下的操作都可以通过复制、剪切、粘贴或拖动来改变其父节点。对于一个操作而言，改变加工方法父节点，也就是改变了加工参数，此时，刀轨必须重新生成。



图 2-15

2.4 思考题

（1.）什么是操作？

（2.）什么是过期操作?

（3.）什么是空操作?

（4.）操作信息存储在哪里？

（5.）一个操作可以生成多少个刀轨？

（6.）什么是操作导航器?

（7.）操作导航器有哪几种视图显示方式？

（8.）一个操作可以从它的程序父节点中继承什么信息？

（9.）刀轨输出是按照哪个视图顺序？

（10.）在加工方法父节点下的操作，其余量、内外公差是继承父节点的，在操作中可以修改吗？

第 3 章　加工创建

主要内容

- 创建程序
- 创建刀具
- 创建加工几何
- 创建加工方法
- 创建操作
- 刀轨显示
- 刀轨生成及验证

如图 3-1 所示，加工创建是指创建程序组、刀具、加工几何、加工方法以及操作。通常先创建程序组、刀具、加工几何和加工方法，以使它们能被其后创建的操作所共享。

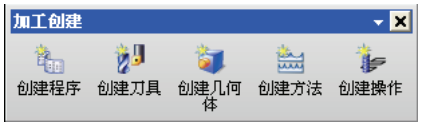


图 3-1

3.1　创建程序组

在加工创建工具条中单击，打开如图 3-2 所示的创建程序（Create Program）对话框，选择父节点，输入程序名称，单击确定按钮即可完成程序组创建。创建程序组主要用于区分不同加工区域或使用不同刀具的操作。



图 3-2

1．创建程序组区分不同加工区域的操作

例如要加工如图 3-3 所示的零件顶面（TOP）和侧面（SIDE），为了不混淆加工它们的操

作，可以创建如图 3-4 所示的两个程序组 TOP 和 SIDE。对操作进行后处理时，可分别选择 TOP 和 SIDE 程序组输出两个 NC 程序，一个用于顶面加工，而另一个则用于侧面加工。

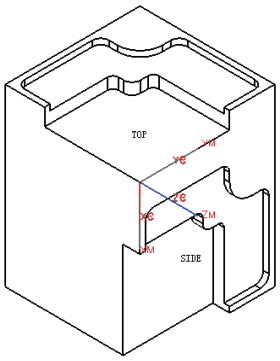


图 3-3

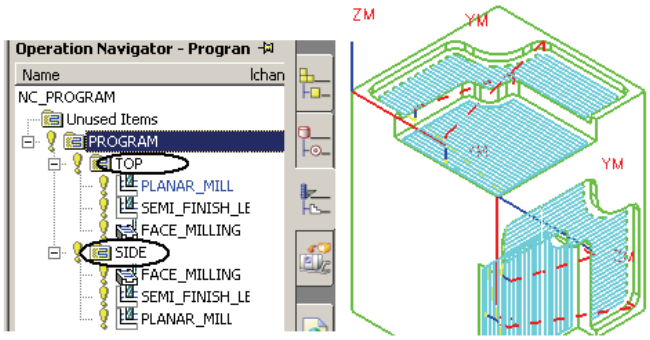


图 3-4

2．创建程序组区分使用不同刀具的操作

把使用同一把刀具的操作放在同一个程序组里输出 NC 程序，这样可以减少换刀次数。例如加工如图 3-5 所示的零件，需要使用如图 3-6 所示的 5 把刀具和 10 个操作，而在输出 NC 程序时，可以按如图 3-7 所示的方式创建 5 个程序组，并将使用同一把刀具的操作放在同一组中，这样既可以输出没有换刀的 5 个 NC 程序，也可以输出有 5 次换刀的一个总 NC 程序。

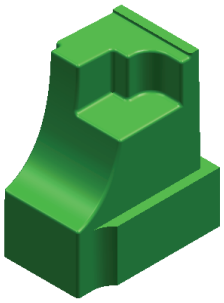


图 3-5

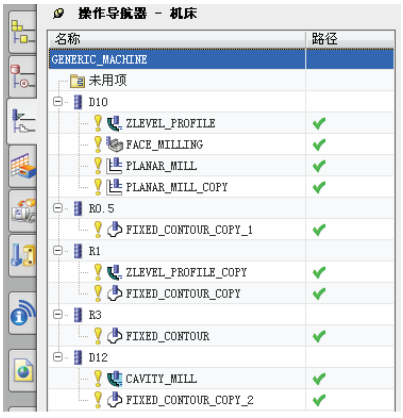


图 3-6



图 3-7

3.2　创建刀具

创建刀具有两种方法：一是自定义刀具参数，生成刀具；二是从刀库中提取刀具。在 NX 中，系统有公制和英制两种参数的刀具库，使用时直接从刀具库中提取刀具，这种方法简单，但刀库中的刀具并不一定能满足使用要求，此时就需要用户自定义刀具。

3.2.1　刀具类型及参数

1．刀具类型

由于加工方式不同，使用的刀具也有差异，图 3-8 是铣削所使用的刀具类型，图 3-9 则是孔加工所使用的刀具类型。



图 3-8



图 3-9

2．刀具参数

每一类型的刀具参数都不相同，这里以图 3-10 所示的 5 参数（5-Parameter）立铣刀为例，介绍其通用参数。

- 刀具材料（Material）：指定刀具材料，用于系统自动计算切削用量。
- 刀号（Tool Number）：指定刀具号，即刀具在刀库中的编号，用于有刀库的机床。
- 长度补偿（Adjust Register）：指定长度补偿寄存器编号，例如若此值指定为 1，则表示要在机床控制器 1 号寄存器中输入此刀具的补偿值，在刀位源文件中输出为：“LOAD/TOOL，1，ZOFF，10.0000，ADJUST，1”，在 NC 文件中输出为 H01。
- 刀具补偿（Cutcom Register）：指定直径补偿寄存器编号，用法与长度补偿寄存器编号类似。
- Z 偏置（Z Offset）：表示刀轨沿 *Z* 轴向上（正值）或向下（负值）偏移一个 Z Offset 值。若不输入此值，系统默认刀轨不偏移；若输入 10，则在刀位原文件中出现命

令行：“LOAD/TOOL,ZOFF,10.0000”。

- 库号（Catalog Number）：刀具的分类标识号，最多 20 个字符，用于跟踪或查找刀具。

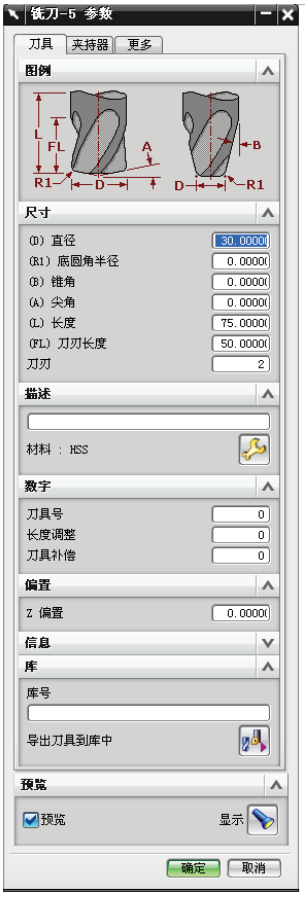


图 3-10

3.2.2 常用刀具规格

1．鼻刀

鼻刀，又称圆鼻刀、牛鼻刀、机夹刀或飞刀，有如图 3-11 所示的整体式和如图 3-12 所示的分体式（在刀杆上装夹刀片），主要用于粗加工。

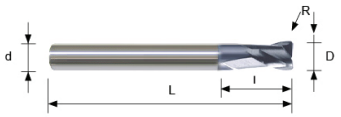


图 3-11



图 3-12

常用规格有 Φ63R8、Φ63R2、Φ50R8、Φ40R6、Φ40R0.8、Φ35R0.8、Φ32R5、Φ32R2、Φ32R0.8、Φ30R5、Φ25R5、Φ25R0.8、Φ20R4、Φ20R0.8、Φ16R0.8、Φ16R0.4。

鼻刀通常以字母 B 开头命名，例如 B20R0.8、B16R0.8 等。

2．平底立铣刀

常用规格有 Φ20、Φ16、Φ12、Φ10R1、Φ10R0.5、Φ10、Φ8R1、Φ8R0.5、Φ8、Φ6R1、Φ6R0.5、Φ6、Φ5、Φ4、Φ3、Φ2、Φ1.5、Φ1.2、Φ1。

平底立铣刀通常以字母 D 或 M 开头命名，如 D8R0.5、D3 等表示旧刀，如 M8R0.5、M3 等表示新刀。

3．球形立铣刀

常用规格有 R10、R8、R6、R5、R4、R3、R2.5、R2、R1.5、R1、R0.75、R0.5。

球形立铣刀通常以字母 R 开头命名，但为了区分为粗加工与精加工刀具，在其后增加字 F（Finish）或 R（Rough），如 R6_F、R3_F、R2_R、R1_R 等。

练习　1

【目的】创建刀库、刀柄和刀具，掌握自定义刀具参数创建刀具和从刀库中提取刀具两种方法。

本练习可参考配书光盘中的视频文件光盘\nxcam_video\ont\create_tool_v.exe 或按以下步骤完成。

Step 1　打开零件

- Open→光盘\nxcam_parts\ ont\create_tool.prt。

Step 2　运行加工模块

- 选择 Start→Manufacturing。

Step 3　创建刀架

- 单击，打开如图 3-13 所示的对话框，单击确定按钮，打开名称栏，若不指定另外的名称，则单击确定按钮，否则设置 Carrier Name 为 On，并输入新名称，单击确定按钮。
- 单击，切换到刀具视图，显示如图 3-14 所示的已创建的刀架。



图 3-13

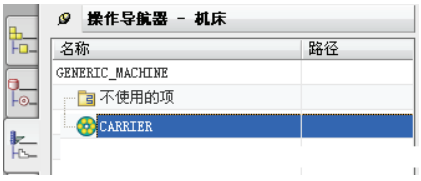


图 3-14

Step 4　创建刀柄

- 单击，设置如图 3-15 所示的参数，父节点选为已定义的刀架，单击确定按钮，打开如图 3-16 所示的对话框，输入 ID 号即刀柄号，单击确定按钮。



图 3-14

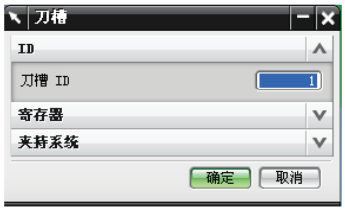


图 3-15

- 单击，切换到刀具视图，显示如图 3-16 所示的已创建的刀柄。



图 3-16

Step 5　创建立铣刀

- 单击，设置如图 3-17 所示的参数，父节点选为前面定义的刀柄 MCT_POCKET，单击确定按钮，设置如图 3-18 所示的参数。



图 3-17

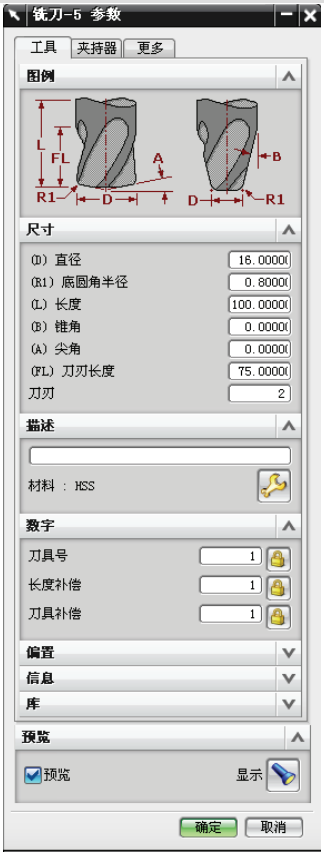


图 3-18

- 单击，打开刀具材料选择对话框，选择一种材料，单击确定按钮。
- 其他参数使用默认值，单击确定按钮。
- 单击，切换到刀具视图，显示已创建的立铣刀，如图 3-19 所示。

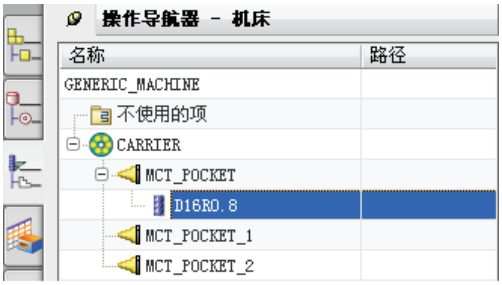


图 3-19

Step 6　从刀库中提取刀具

- 单击，打开创建刀具对话框，选择提取刀具按钮，如图 3-20 所示，单击确定按钮，打开如图 3-21 所示的库类选择对话框，选择 End Mill（non indexable）。



图 3-20

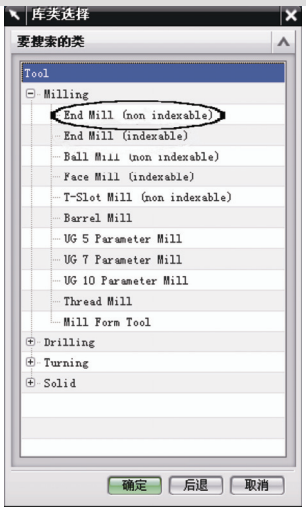


图 3-21

- 在图 3-21 中，单击确定按钮，打开如图 3-22 所示的搜索准则对话框，设置查找条件，如直径小于等于（<=）或等于（=），而图中则为直径等于大于 25，单击，显示符合条件的刀具数量。
- 在图 3-22 中单击确定按钮，显示符合查找条件的刀具，如图 3-23 所示。

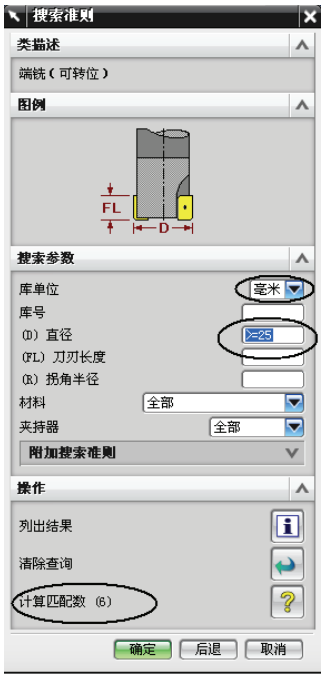


图 3-22

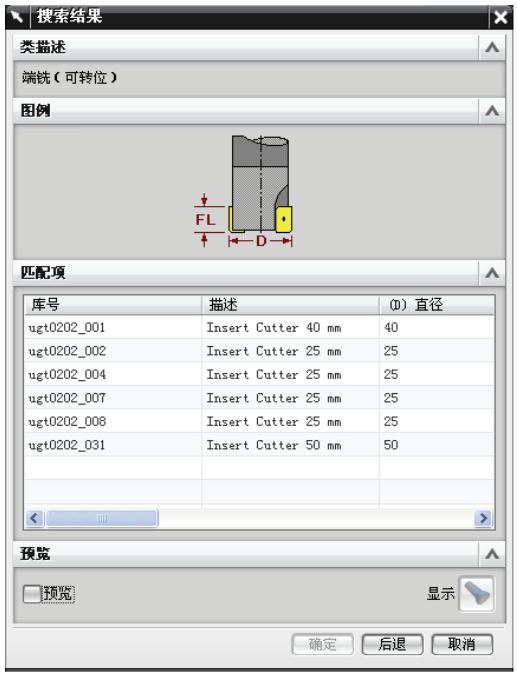


图 3-23

- 在图 3-23 中选择一把刀具，单击确定按钮，从刀库中提取这把刀具。
- 单击，切换到刀具视图，再单击，查看已提取的刀具。

3.3　创建加工几何

如图 3-24 所示，由于加工方式不同，需要定义的加工几何也各异，但一般情况下，都需要定义加工坐标系(MCS)和工件(WORKPIECE)。因此这里只介绍 MCS 和 WORKPIECE 的创建方法，其他加工几何的创建将在其后的章节中介绍。

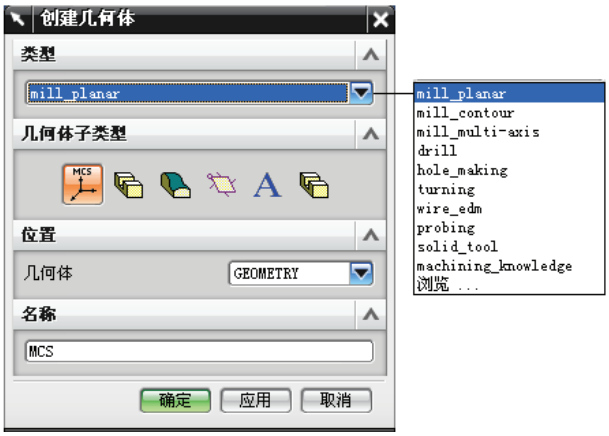


图 3-24

3.3.1　加工坐标系（MCS）

加工坐标系，即编程坐标系。在加工初始化之后，系统在绝对坐标系（ACS）的原点位置创建默认的加工坐标系 MCS_MILL，其方位与绝对坐标系相同，如图 3-25 所示。用户可根据加工要求编辑默认的加工坐标系方位或者创建新的加工坐标系。注意，在固定轴加工中，加工坐标系 MCS 的+*ZM* 轴须与刀轴平行。

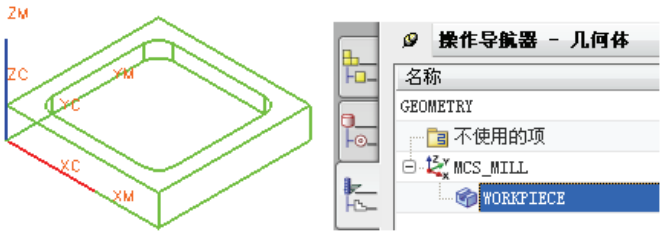


图 3-25

3.3.2　工件（WORKPIECE）

如图 3-26 所示，工件包括零件几何（Part）、毛坯几何（Blank）和检查几何（Check）三部分。为了生成或验证刀轨，零件几何必须定义，而毛坯几何和检查几何可根据需要定义。



图 3-26

Part：零件几何，即经过加工后获得的最终零件，如图 3-27 所示。一般情况下，零件几何定义为实体。如果需要，零件几何也可定义为片体、小平面等其他几何体。

Blank：毛坯几何，即待切削的坯料，一般定义为实体，如图 3-27 所示。

Check：检查几何，如夹具等，即不能被切削的几何体，如图 3-27 所示。

Material：定义工件材料，以帮助系统自动计算切削速度。

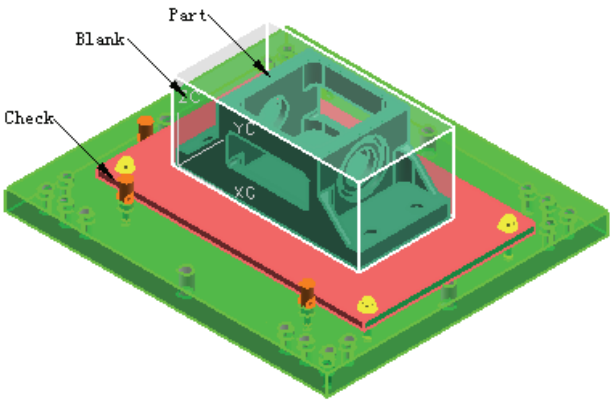


图 3-27

练习　2

【目的】编辑/创建 MCS 和 WORKPIECE。

本练习可参考配书光盘中的视频文件光盘\nxcam_video\ont\create_mcs_v.exe 或按以下步骤完成。

Step 1　打开零件

- Open→光盘\nxcam_parts\ont\create_mcs.prt。

Step 2　运行加工模块

- Start→Manufacturing。

Step 3　编辑 MCS

- 移动 WCS 到如图 3-28 右图所示的位置。
- 双击 MCS_MILL，打开 Miu Orient 对话框，如图 3-29 所示。

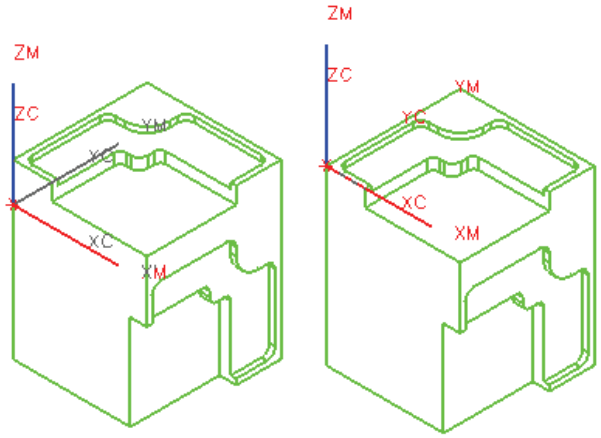


图 3-28



图 3-29

- 单击，打开 CSYS 对话框，如图 3-30 所示，参考 CSYS 选为 WCS，单击确定按钮，定义 MCS 与 WCS 重合。

Step 4　创建侧面加工坐标系 MCS

- 移动并旋转 WCS，如图 3-31 所示。



图 3-30

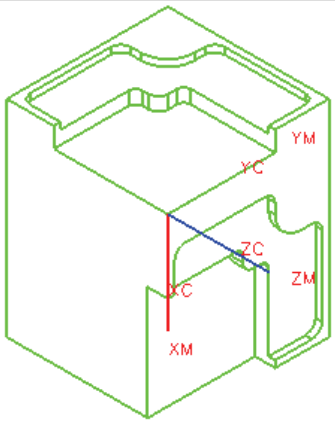


图 3-31

- 单击，选择如图 3-32 所示的参数，注意 MCS 的父节点是 GEOMETRY，单击确定按钮，打开如图 3-33 所示的 MCS 对话框。



图 3-32



图 3-33

- 单击，打开 CSYS 定义对话框，如图 3-34 所示，参考 CSYS 选为 WCS，单击确定按钮，定义 CSYS 与 WCS 重合。



图 3-34

- 安全设置选项选为平面，定义+ZC=10 的平面作为安全平面，单击确定，再单击确定按钮，结束 MCS 宝义。

Step 5　创建加工侧面 WORKPIECE

- 单击，设置如图 3-35 所示的参数，注意新建 WORKPIECE 的父节点是 MCS，单击确定按钮，打开创建几何体对话框，选择图形窗口中的实体为 Part，毛坯选择自动块定义，单击确定完成 WORKPIECE 创建。用户也可直接复制 WORKPIECE，粘贴到 MCS 下完成 WORKPIECE_1 的创建。



图 3-35

- 切换到几何视图，显示已创建的 WORKPIECE_1，如图 3-36 所示。



图 3-36

3.4　创建加工方法

在操作导航器中单击，切换到加工方法视图，可以看到如图 3-37 所示的默认加工方法，如粗加工、半精加工、精加工以及钻削加工，用户可对这些加工方法进行编辑，也可以创建新的加工方法。



图 3-37

在加工方法视图中单击，选择加工类型（Type）和父节点（Parent Group），并输入新建加工方法名称，如图 3-38 所示，单击确定按钮，打开如图 3-39 所示的铣削方法对话框，按以下说明设置相关参数，单击确定完成加工方法的创建。



图 3-38



图 3-39

1．加工余量设置

在 Part Stock 栏中指定加工余量，使用此加工方法的操作将使用这里指定的加工余量，不过余量还可在操作参数设置对话框中进行编辑。

2．内外公差设置

在 Intol/Outtol 栏中输入内外公差值，如图 3-40 所示，公差越小，表示加工精度越高。

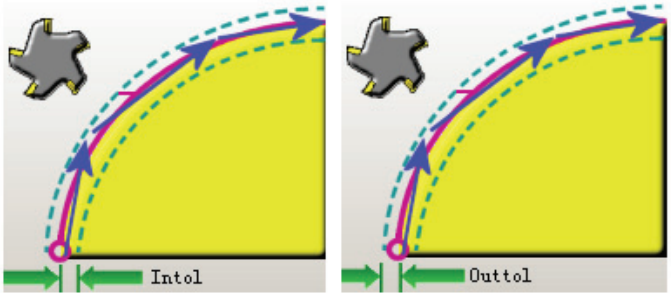


图 3-40

3．进给速度设置

单击，打开进给速度设置对话框，用户可根据加工要求设置进给速度及其单位。

4．刀轨颜色设置

单击，打开如图 3-41 所示的刀轨显示颜色对话框，用户可根据需要设置颜色或使用默认颜色。



图 3-41

5．刀轨显示方式设置

单击，打开如图 3-42 所示的刀轨显示方式设置对话框，用户可根据需要设置或使用默认的显示方式。



图 3-42

3.5　创建操作

创建操作即编写加工程序。在 NX 中，不论创建型腔铣操作，还是其他任何一种操作，其具体步骤均如图 3-43 所示。

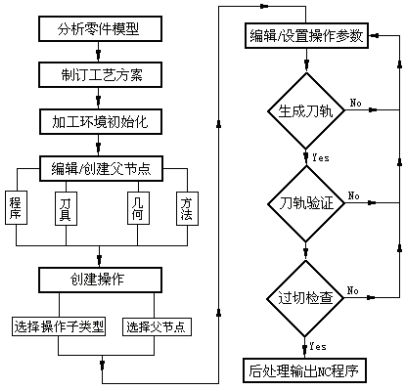


图 3-43

练习 3

【目的】创建操作，体会操作的创建过程。

本练习可参考配书光盘中的视频文件光盘\nxcam_video\ont\create_operation_v.exe 或按以下步骤完成。

Step 1 打开零件

- Open→光盘\nxcam_parts\ ont\create_ operation.prt。

Step 2 运行加工模块

- Start→Manufacturing。

Step 3 创建型腔铣操作

- 单击，选择如图 3-44 所示的操作子类型和父节点，单击确定按钮，打开如图 3-45 所示的对话框，所有参数均使用默认值。

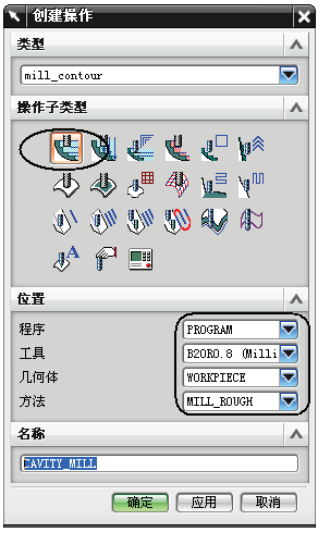


图 3-44

- 单击，生成如图 3-46 所示的刀轨。



图 3-45

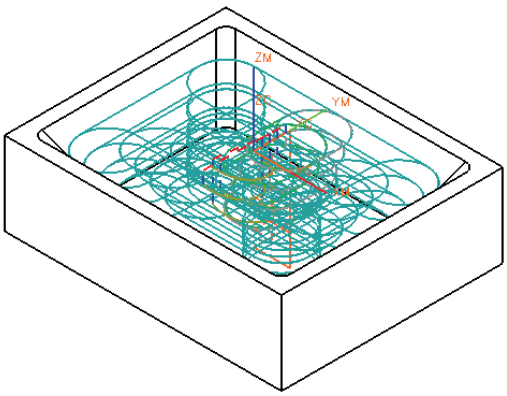


图 3-46

- 单击确定完成操作创建。

3.6　刀轨显示、生成及验证

3.6.1　刀轨显示设置

在任一操作参数设置对话框中，都有如图 3-47 所示的刀轨显示设置，单击，打开如图 3-48 所示的对话框。



图 3-47



图 3-48

- 显示切削区域：在每个切削层上显示刀轨之前，先显示切削区域的轮廓。
- 显示后暂停：在每个切削层上显示刀轨之后暂停，否则连续显示切削层刀轨。
- 显示前刷新：在显示每一个切削层刀轨之前刷新，即清除之前显示的刀轨。
- 抑制刀轨显示：生成刀轨时不显示。

3.6.2 刀轨生成

在任一操作参数设置对话框中，都有如图 3-49 所示的刀轨生成及验证按钮。



图 3-49

：生成刀轨，每当切削参数被编辑后，单击此功能重新生成刀轨。

：重新显示已生成的刀轨。

：刀轨验证，下节将详细介绍。

：刀轨信息显示，对于已生成刀轨的操作，显示其刀轨信息。

3.6.3 可视化刀轨验证

可视化刀轨验证能让用户直观地观察刀具切除材料的运动过程，从而判断切削结果是否正确、零件有无过切或欠切等现象。

● 单击，打开如图 3-50 所示的对话框。

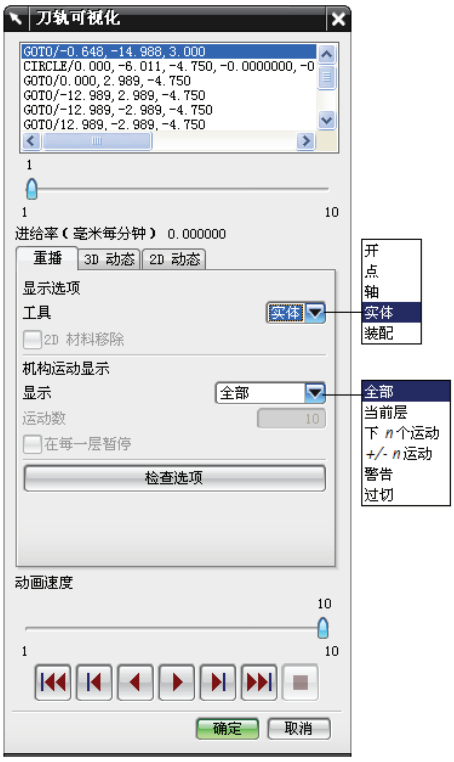


图 3-50

1．刀轨回放（Replay）

刀轨回放即重新显示刀轨，显示时可指定刀具显示方式、运动显示方式以及过切检查内容，同时还可选择回放某一段刀轨。

1）刀具显示（Tool）

On：3D 线框显示。

Point：用一个位于刀具参考点上的点象征刀具。

Axis：用一条直线象征刀具的轴线。

Solid：用 3D 实心体形式显示刀具。

Assembly：用装配件显示刀具，但若使用的刀具没有刀柄，则以实心体显示。

2）刀轨段显示（Motion Display）

All：显示当前刀轨的所有刀轨段。

Current Level：显示当前层的所有刀轨段。

Next n Motions：显示当前位置点后 n 个刀轨段，n 值在 Number of Motions 栏中输入。

+/- n Motions：显示当前位置点的前 n 个和后 n 个共 2n 个刀轨段。

Warnings：当出现过切时发出警告信息。

Gouges：若检查出过切，则只显示过切刀轨段。

3）过切检查（Check Option）

Check for Gouges：过切检查，若选此项，可在刀轨验证过程中进行过切检查。

List Gouges When Finished：刀轨验证结束后，显示过切信息。

Display：以亮显方式显示过切刀轨段。若有多段过切出现，则只显示最后出现的过切段。

Refresh between Gouges：若有两段以上过切刀轨，选取此项，在显示下一个过切刀轨之前进行刷新，前面的过切刀轨不再显示。

Check for Tool Holder Collisions：检查刀柄是否与工件相撞。

2．3D 动态验证（3D Dynamic）

在刀轨动态验证过程中，零件和毛坯均可以透明方式显示，适用于观察复杂刀轨的生成过程。

3．2D Dynamic（2D Dynamic）

以三维实体方式显示切除材料过程，验证结束，可使用 Compare 把加工结果与被加工零件进行比较，从而可预知加工结果。红色表示有过切，灰色表示有余量，绿色表示加工到位。图 3-51 为上一节生成刀轨的验证结果，零件内表面有灰色表示还有余量。

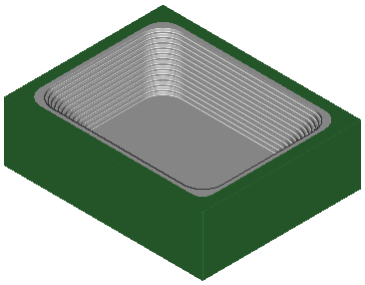


图 3-51

第 4 章　型腔铣

主要内容

- 型腔铣概述
- 创建型腔铣操作
- 切削范围及切削层厚度定义
- 残料加工

4.1　型腔铣概述

型腔铣（CAVITY MILL）用于零件粗加工，主要特点如下：

- 型腔铣用于零件的粗加工，切除大量的毛坯材料，为后续加工做准备。
- 型腔铣刀轨为水平层状，切削层垂直于刀具轴线，每一切削层切削到零件轮廓，最终加工结果接近零件形状。图 4-1 和图 4-2、图 4-3 和图 4-4 分别为型腔铣粗加工切削过程示意图。

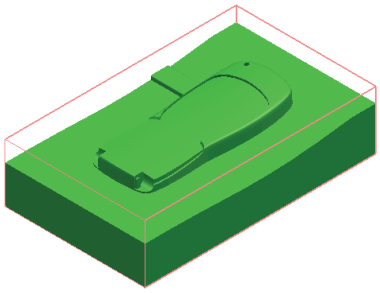
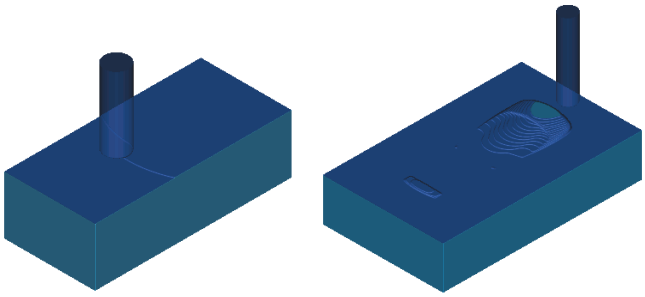
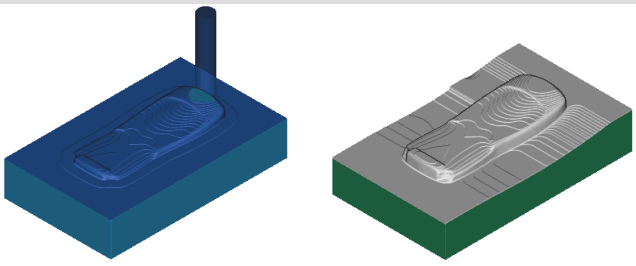


图 4-1



①　　②



③ ④

图 4-2

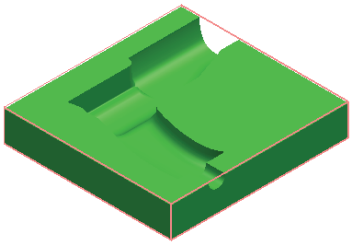
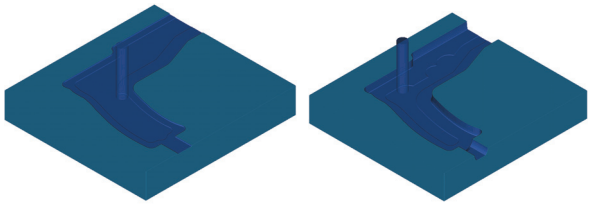
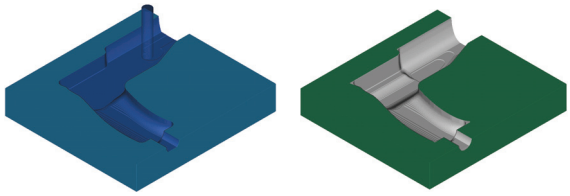


图 4-3



① ②



③ ④

图 4-4

- 型腔铣通常使用实体模型定义加工几何，如零件几何、毛坯几何和检查几何，同时也可使用边界、表面和曲线定义切削区域。

4.2 型腔铣操作子类型

型腔铣操作子类型如图 4-5 所示，每一种操作子类型都有其特点和用法，用户可根据以下的介绍和零件的加工要求，选择一种较为合适的操作子类型创建操作。若这些操作子类型不能满足要求，用户还可以根据零件的加工特点，创建新的操作子类型。



图 4-5

CAVITY_MILL：型腔铣操作基本子类型，用于粗加工。

PLUNGE_MILL：插削加工，用于粗加工。

CORNER_ROUGH：拐角粗加工，可使用参考刀具方法或过程工件方法加工前一操作中因刀具尺寸较大而在拐角处留下的材料。

REST _ MILLING：残料加工，用于切削粗加工中未切削到的材料，其用法与拐角粗加工相同。

4.3　创建型腔铣操作步骤

创建型腔铣操作的步骤如图 4-6 所示，内容包括编辑/创建父节点、创建操作（选择操作子类型和指定父节点）、设置操作参数以及生成和验证刀轨。

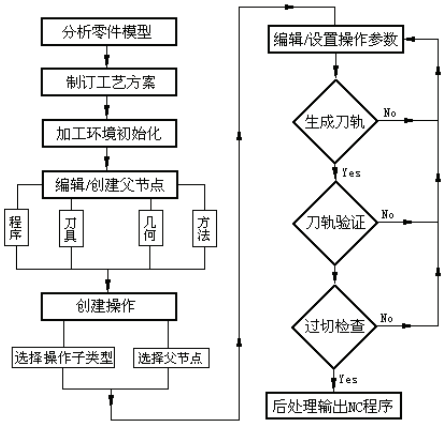


图 4-6

练习 1

【目的】创建型腔铣操作，体会易学、易用的特点。

本练习可参考配书光盘中的视频文件光盘\nxcam_video\cavity\cavity_milling_1_v.exe 或按以下步骤完成。

Step 1 打开零件

- Open→光盘\nxcam_parts\cavity\cavity_milling_1.prt。

Step 2 运行加工模块

- Start→Manufacturing。

Step 3 创建加工几何

- 在操作导航器工具条中单击几何按钮，切换到几何视图，如图 4-7 所示。
- 双击 MCS_MILL，定义 MCS 与 WCS 重合，如图 4-8 所示。
- 在 MCS 对话框中，安全设置选为平面，指定 ZC=10 的平面为安全平面，如图 4-8 所示，单击确定。

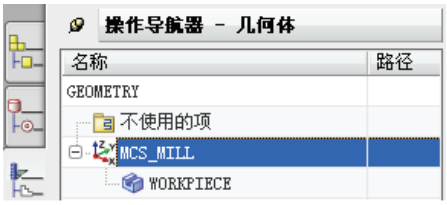


图 4-7

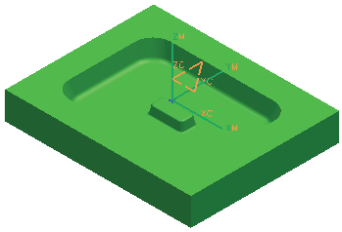


图 4-8

- 双击 WORKPIECE，打开如图 4-9 所示的对话框，单击，指定如图 4-8 所示的零件模型作为部件；单击，选择自动块定义毛坯；单击，选择零件材料，单击确定结束加工几何定义。



图 4-9

Step 4　创建刀具

- 创建 B16R0.8 立铣刀，具体过程请参考加工创建一章中的相关内容。

Step 5　创建型腔铣操作

- 单击，打开创建操作对话框，选择如图 4-10 所示的操作子类型和父节点，单击确定打开如图 4-11 所示的操作对话框。

Step 6　设置操作参数

- 设置如图 4-11 所示的操作参数，其他参数使用默认值。

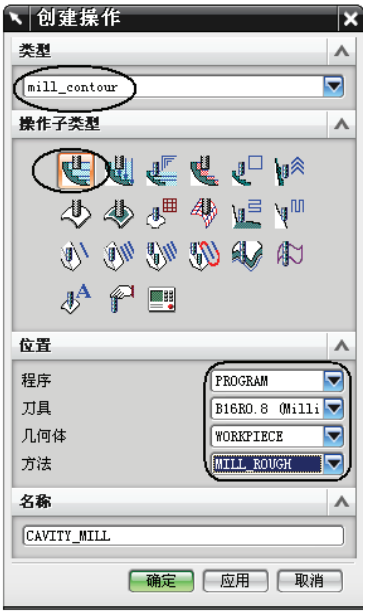


图 4-10



图 4-11

Step 7　设置切削参数

- 单击，设置如图 4-12 所示的余量，其余参数使用默认值，单击确认。

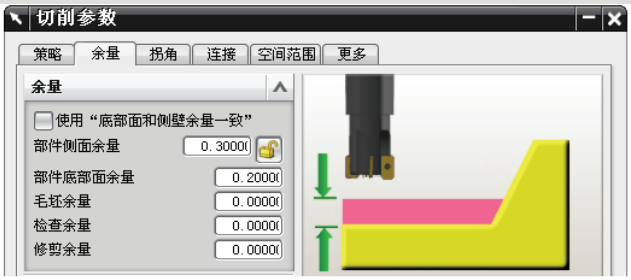


图 4-12

Step 8　设置非切削运动参数

- 单击，设置如图 4-13 所示的非切削运动参数，单击确定。

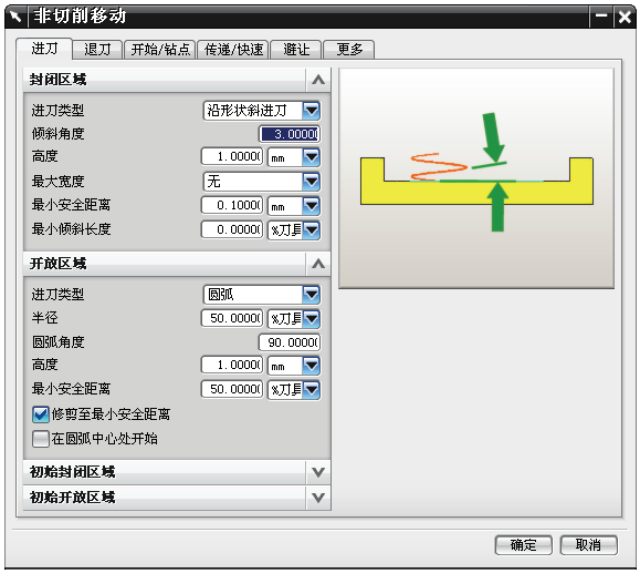


图 4-13

Step 9　刀轨生成及验证

- 单击，生成如图 4-14 所示的刀轨，单击确定。
- 单击验证刀轨，单击比较按钮，显示如图 4-15 所示的加工结果。
- 单击，保存操作。

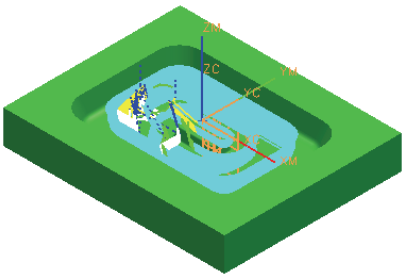


图 4-14

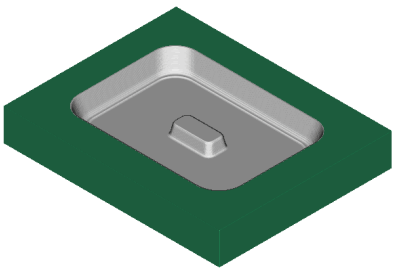


图 4-15

4.4　切削范围及其定义

型腔铣刀轨为水平层状，通过切削范围和切削层厚度定义。

在型腔铣/等高轮廓铣操作对话框中，单击（Cut Levels），系统自动根据零件几何和毛坯几何产生一个或多个使用较大的直角三角形符号表示的切削范围，总的切削范围为零件或毛坯几何上的最高点到最低点，每一范围内使用较小的三角形符号表示每一切削层。例如在图 4-16 中，系统自动定义了 3 个切削范围，且默认的每个切削范围内的切削层厚度相等。

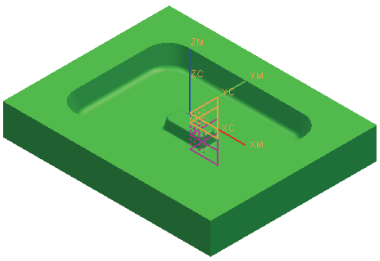


图 4-16

型腔铣必须有一个或一个以上的切削范围。在实际应用中，可根据被加工零件的特点，按需要定义切削范围，并且在每一个切削范围内可使用不同的切削层厚度，以使被加工零件的余量较为均匀，以便于后续加工。

理论上，每一切削范围内的切削层厚度应这样确定：被加工区域越陡峭，切削层厚度就越大（当然还必须考虑切削条件的限制），反之，被加工表面越平坦，切削层厚度就越小，这样才能保证零件被加工后的余量比较均匀。然而实体上，在加工时经常设置所有的切削层厚度相等，且厚度值较小，这样也能获得比较均匀的加工余量。

在型腔铣操作对话框中单击，打开如图 4-17 所示的切削层参数设置对话框。



图 4-17

1．切削范围类型（Range Type）

Auto Generate：自动定义切削范围，系统根据零件几何和毛坯几何的特点自动划分切削范围，且所有切削范围内的切削层厚度相同。

User Defined：用户定义，用户可以根据零件几何等因素自定义切削范围及切削层厚度。

Single：只有一个切削范围，且每一切削层厚度相等，其厚度值在全局每刀深度（Global Depth Per Cut）栏中输入。

临界深度顶面切削（Top Off Critical Depths）：在零件的每一个水平面产生切削层，类似于平面铣中的 Top Off Islands 参数，此选项仅用于只有一个切削范围的情况。

2．切削层

切削层用于定义切削层厚度，有恒定、最优化及仅在范围底部 3 个选项。恒定可为所有切削范围指定同一个切削厚度；最优化由系统根据被加工零件进行切削层厚度优化，通常用于半精加工或精加工。图 4-18 是使用恒定切削层厚度生成的刀轨，而图 4-19 是使用最优化定义切削层厚度生成的刀轨，比较两个刀轨，可见最优化方法生成的刀轨更均匀；仅在范围底部（Cut Only at Range Bottoms）选项是指只在每一切削范围的底面生成刀轨。

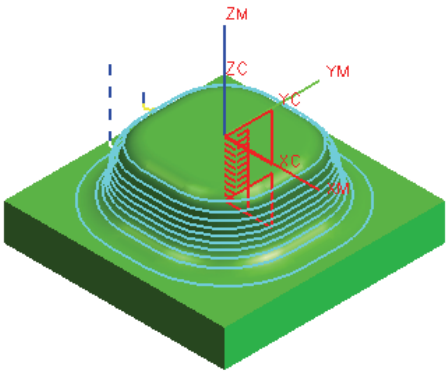


图 4-18

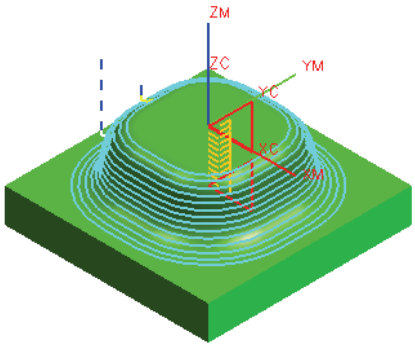


图 4-19

3．切削范围编辑

当前范围（Current Range）：如果只有一个切削范围，它必然是当前范围；如果有多个切削范围，也只有一个是当前范围，通过和按钮选择当前范围，当前范围是亮显的。

Insert Range：增加切削范围，在选择测量开始位置后，指定切削范围深度和每一切削层厚度后，单击应用即可增加一个新的切削范围。

Edit Current Range：编辑当前范围，编辑结束后单击应用。

Delete Current Range：删除当前范围。

4．增加切削范围测量参考（Measured from）

顶层（Top Level）：位于最上面范围的顶位置。

范围顶（Range Top）：当前范围的顶位置。

范围底（Range Bottom）：当前范围的底位置。

WCS Origin ：以 WCS 的原点位置为参考，向下为正，向上为负，如图 4-20 所示。

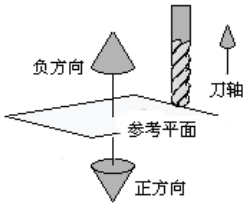


图 4-20

范围深度（Range Depth）：定义新增范围的深度或编辑已存在的当前范围的深度，其值是从指定的参考位置进行测量的，通过 3 种方式定义新值：1）在 Range Depth 栏中输入深度值，或正或负；2）拖动深度滑块，切削范围的深度值会随之变化；3）在铣削几何上选择点定义当前切削范围的深度。

局部每刀深度（Local Depth Per Cut）：定义当前范围每一切削层的厚度。

Information：通过信息窗口显示切削范围总数，以及各切削范围的切削层数量、切削层厚度、各范围的顶和底的位置等信息。

Display：如果因为刷新导致切削层符号不可见，可单击此按钮重新显示。

练习　2

【目的】学习切削范围及切削层厚度定义。

本练习可参考配书光盘中的视频文件光盘\ nxcam_video\cavity\cavity_milling_2_v.exe 或按以下步骤完成。

Step 1　打开零件

- Open→光盘\nxcam_parts\cavity\cavity_milling_2.prt。

Step 2　运行加工模块

- Start→Manufacturing。

Step 3　验证刀轨

- 切换到刀具视图，打开操作导航器对话框，如图 4-21 所示。
- 双击 CAVITY_MILL，打开操作对话框。
- 单击验证刀轨，单击比较按钮，显示如图 4-22 所示的加工结果：余量不均匀，单击确认结束验证。



图 4-21

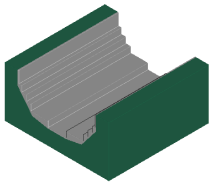


图 4-22

Step 4　定义切削范围及切削层厚度

- 单击，系统显示自动定义的切削范围，如图 4-23 所示。

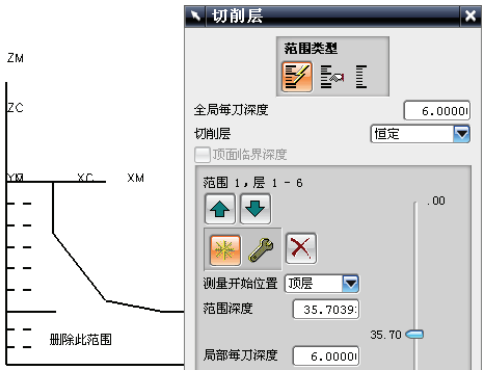


图 4-23

- 在 Cut Levels 对话框中，单击删除最底部的切削范围，注意删除时先单击按钮使其成为当前范围（高亮显示）。
- 在 Cut Levels 对话框中，单击增加新范围，分别选择如图 4-24 所示的 Point1、Point2，增加两个切削范围，并设置如图 4-24 所示的切削层厚度即局部每刀深度，单击确认，结束切削范围定义。

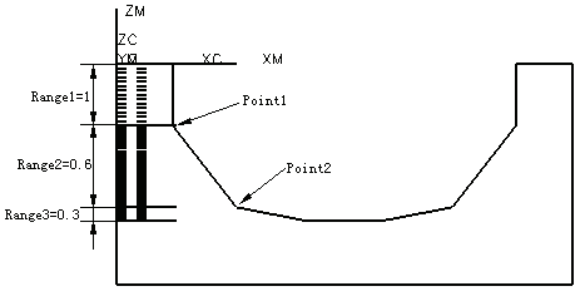


图 4-24

Step 5　刀轨生成及验证

- 单击重新生成刀轨。
- 单击验证刀轨，单击比较按钮，显示如图 4-25 所示的加工结果：余量比较均匀。
- 单击，保存操作。

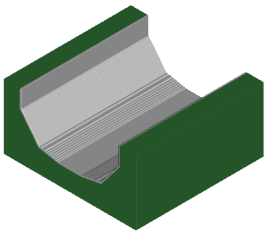


图 4-25

4.5　拐角与残料加工

为了提高加工效率，零件粗加工时通常使用较大尺寸的刀具，但这样会在零件的凹角处留下较多材料，就需要进行二次粗加工以切除这些材料，这也就是通常所说的拐角粗加工或残料加工。

拐角或残料加工是指使用较小尺寸的刀具切除粗加工后留在凹角处的余量，从而使工件获得比较均匀的加工余量，以利于后续工序的加工。

拐角粗加工或残料加工均可使用如图 4-26 所示的 3 种方法之一完成，它们分别是使用 3D 过程工件法、使用层的过程工件法和参考刀具法。

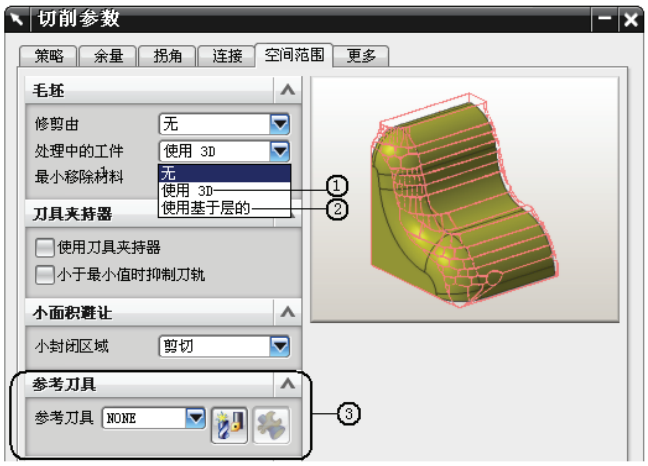


图 4-26

1．3D 过程工件法

使用 3D 过程工件法（IPW，In Process Workpiece）是指使用前一操作加工后剩余的工件，即剩余毛坯的 3D 模型作为当前操作的毛坯，以避免切削已加工过的区域，这种残料加工方法能够最大限度地切除不均匀余量，但刀轨生成的时间较长，同时 3D 过程工件法要在连续的 Cavity Milling/Zlevel Milling 操作中产生和使用。

2．使用基于层的过程工件法

使用基于层的过程工件法与使用 3D 过程工件法相似，只是在指定的切削层上切除未切削材料，生成刀轨速度快，同样基于层的过程工件法只能在连续的 Cavity Milling/Zlevel Milling 操作中产生和使用。使用基于层（Use level Based）的过程工件法时，先在加工首选项中设置启用基于层的 IPW 选项。

3．参考刀具法

参考刀具法（Tool Refrence）是指在粗/精加工拐角或残料时，选用一把较小尺寸的刀具，并在切削参数参考刀具选项中选用前一操作中使用的刀具，这样在生成刀轨时，系统会自动计算使用参考刀具加工时没有切除的材料并把它作为本次加工对象。在实际加工中，参考刀具的尺寸可以选择比前一操作中使用的刀具尺寸稍大一些，以增大切削范围，防止过切。

使用拐角粗加工操作子类型或残料加工操作子类型创建操作时，它们的操作参数设置相同，只是操作参数设置界面略有差异：图 4-27 和图 4-28 分别是拐角粗加工和残料加工（剩余铣）操作参数设置对话框，其区别在于拐角粗加工操作参数设置对话框中有参考刀具选项，而残料加工操作参数设置对话框中虽没有此选项，但在切削参数对话框中不但有参考刀具方式，还有 IPW 方式，所以两种操作子类型的实际功能相同，均可完成拐角粗加工和残料加工。



图 4-27



图 4-28

练习　3

【目的】学习使用 3D 过程工件法，创建残料加工操作。

本练习可参考配书光盘中的视频文件光盘\nxcam_video\cavity\cavity_milling_3_v.exe 或按以下步骤完成。.

Step 1　打开零件

- Open→光盘\nxcam_parts\cavity\cavity_milling_3.prt。

Step 2　运行加工模块

- Start→Manufacturing。

Step 3　创建加工几何

- 在操作导航器工具条中单击几何按钮，切换到几何视图，如图 4-29 所示。

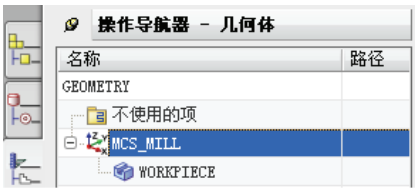


图 4-29

- 双击 MCS_MILL，定义 MCS 与 WCS 重合，如图 4-30 所示。
- 在 MCS 对话框中，安全设置选为平面，指定 ZC=10 的平面为安全平面，如图 4-30 所示，单击确定。

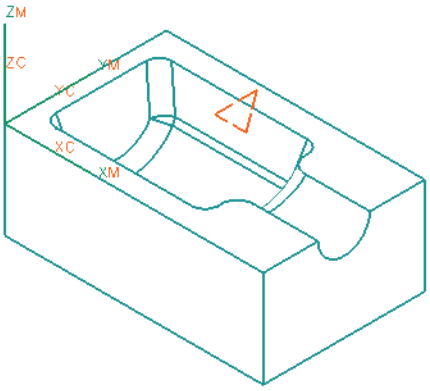


图 4-30

- 双击 WORKPIECE，打开如图 4-31 所示的工件对话框，单击，指定如图 4-30 所示的零件模型作为部件；单击，选择自动块定义毛坯；单击选择零件材料，单击确定结束加工几何定义。



图 4-31

Step 4　创建刀具

- 创建 B16R0.8 立铣刀，具体过程请参考加工创建一章中的相关内容。

Step 5　创建型腔铣操作

- 单击，打开创建操作对话框，选择如图 4-32 所示的操作子类型和父节点，单击确定打开操作对话框，设置如图 4-33 所示的操作参数。



图 4-32



图 4-33

Step 6　设置切削参数

- 单击，设置如图 4-34、图 4-35 和图 4-36 所示的参数，其余使用参数使用默认值，单击确认。

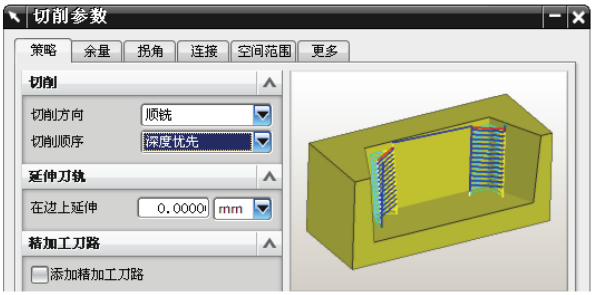


图 4-34

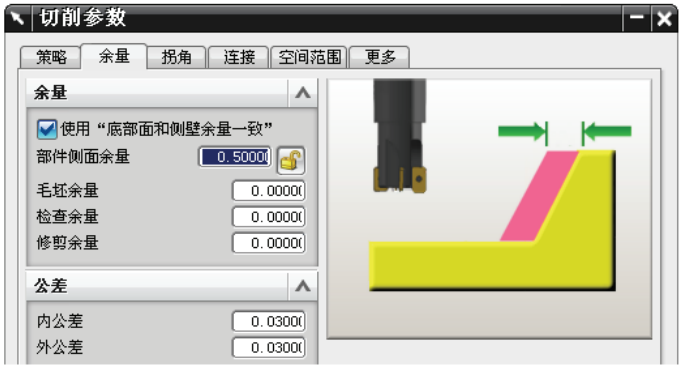


图 4-35

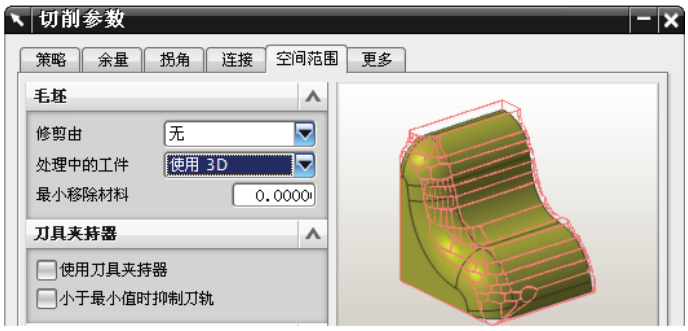


图 4-36

Step 7　设置非切削运动参数

- 单击，设置如图 4-37 和图 4-38 所示的非切削运动参数，单击确定。

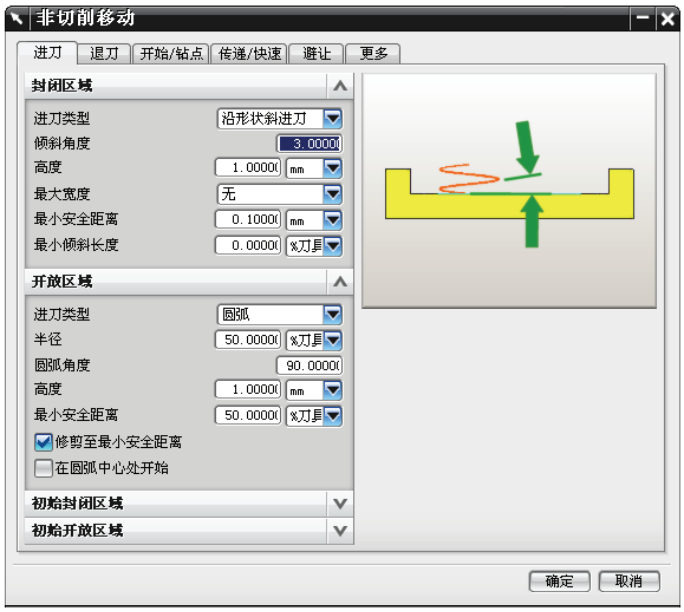


图 4-37

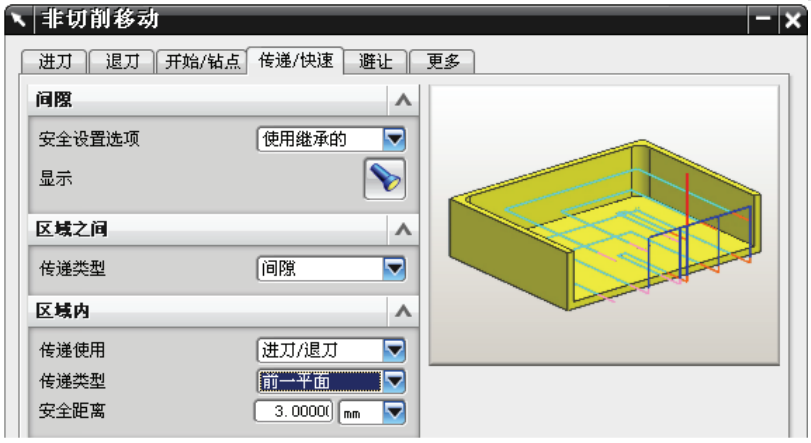


图 4-38

Step 8　刀轨生成及验证

- 单击，生成如图 4-39 所示的刀轨，单击确定。
- 单击验证刀轨，单击比较按钮，显示如图 4-40 所示的加工结果：残料较多，需进行二次粗加工。

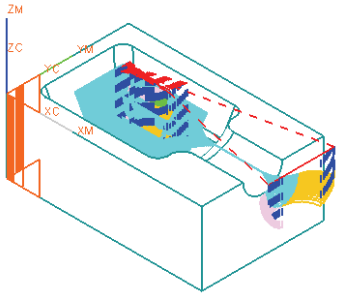


图 4-39

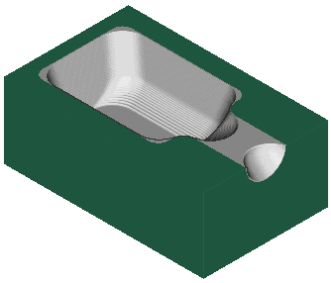


图 4-40

- 单击，显示过程序工件（IPW）即经过粗加工后的毛坯，如图 4-41 所示。

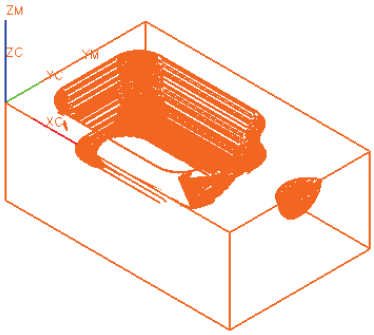


图 4-41

Step 9　创建残料加工操作

- 创建 D6 立铣刀，具体过程请参考加工创建一章中的相关内容。

- 单击，切换到刀具视图，单击 CAVITY_MILL 操作，单击 MB3，打开快捷菜单，选择复制，单击刀具 D6，单击 MB3，打开快捷菜单，选择内部粘贴，结果如图 4-42 所示。



图 4-42

- 双击 CAVITY_MILL_COPY 操作，打开其对话框，设置如图 4-43 所示的切深参数，单击确定。
- 单击，生成如图 4-44 所示的刀轨，单击确定。



图 4-43

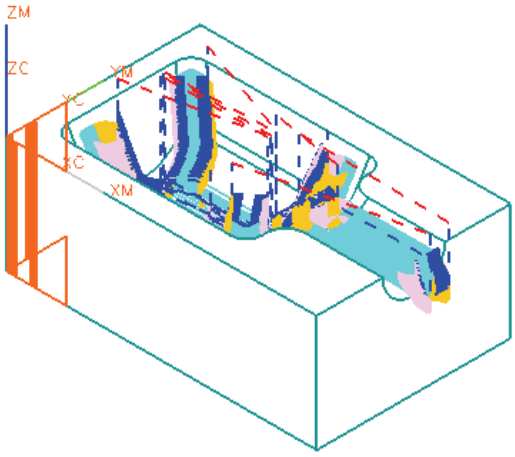


图 4-44

- 单击验证刀轨，单击比较按钮，加工结果如图 4-45 所示，余量比较均匀。

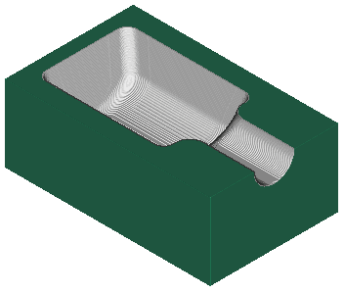


图 4-45

- 单击，保存操作。

练习 4

【目的】学习使用基于层的过程工件法，创建残料加工操作。

本练习可参考配书光盘中的视频文件光盘\nxcam_video\cavity\cavity_milling_4_v.exe 或按以下步骤完成。.

Step 1 打开零件

- Open→光盘\nxcam_parts\cavity\cavity_milling_4.prt。

Step 2 运行加工模块

- Start→Manufacturing。

Step 3 创建加工几何

- 在操作导航器工具条中单击几何按钮，切换到几何视图，如图 4-46 所示。
- 双击 MCS_MILL，定义 MCS 与 WCS 重合，如图 4-47 所示。
- 在 MCS 对话框中，安全设置选为平面，指定 ZC=10 的平面为安全平面，如图 4-47 所示，单击确定。

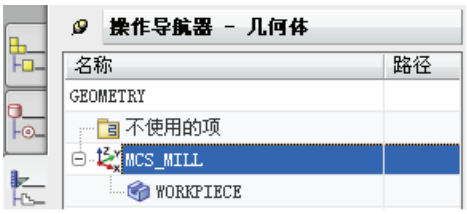


图 4-46

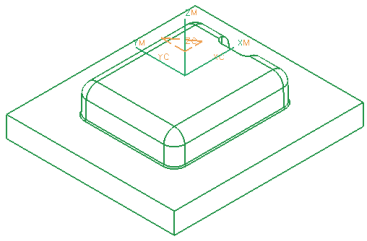


图 4-47

- 双击 WORKPIECE，打开如图 4-48 所示的工件对话框，单击，指定如图 4-47 所示的零件模型作为部件；单击，选择自动块定义毛坯；单击，为零件指定一种材料，单击确定结束加工几何定义。



图 4-48

Step 4　创建刀具

- 创建 B16R0.8 立铣刀，具体过程请参考加工创建一章中的相关内容。

Step 5　创建型腔铣操作

- 单击，打开创建操作对话框，选择如图 4-49 所示的操作子类型和父节点，单击确定，打开操作对话框，设置如图 4-50 所示的参数。

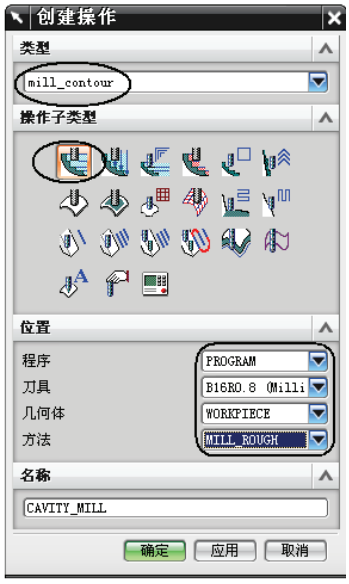


图 4-49



图 4-50

Step 6　设置切削参数

- 单击，设置如图 4-51、图 4-52 和图 4-53 所示的参数，其余使用参数使用默认值，单击确认。

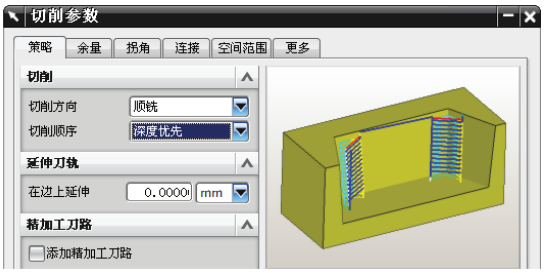


图 4-51

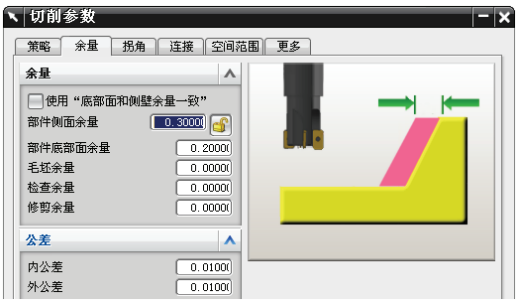


图 4-52

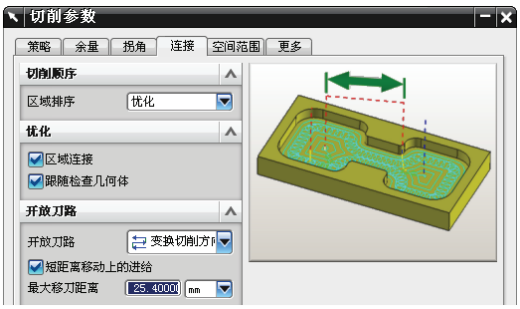


图 4-53

Step 7　设置非切削运动参数

- 单击，设置如图 4-54 和图 4-55 所示的非切削运动参数，单击确定。

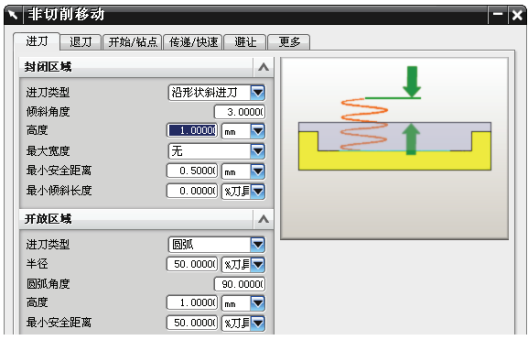


图 4-54

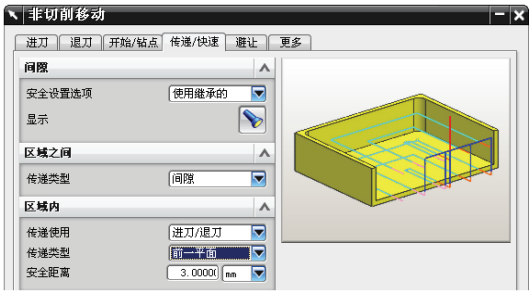


图 4-55

Step 8　刀轨生成及验证

- 单击，生成刀轨。
- 单击验证刀轨，单击比较按钮，显示如图 4-56 所示的加工结果：小拐角有残料，需进行二次粗加工。

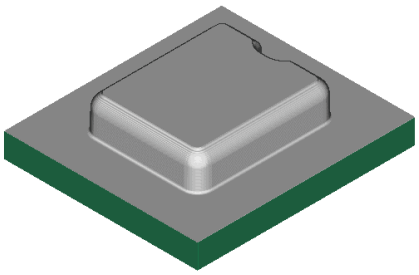


图 4-56

Step 9　创建残料加工操作

- 创建 D5 立铣刀，具体过程请参考加工创建一章中的相关内容。
- 单击，切换到刀具视图，单击 CAVITY_MILL 操作，单击 MB3，打开快捷菜单，选择复制，单击刀具 D5，单击 MB3，打开快捷菜单，选择内部粘贴，结果如图 4-57 所示。
- 双击 CAVITY_MILL_COPY 操作，打开其对话框，设置如图 4-58 所示切深参数。



图 4-57



图 4-58

- 单击，设置如图 4-59 所示的参数，其余使用参数使用默认值，单击确认。

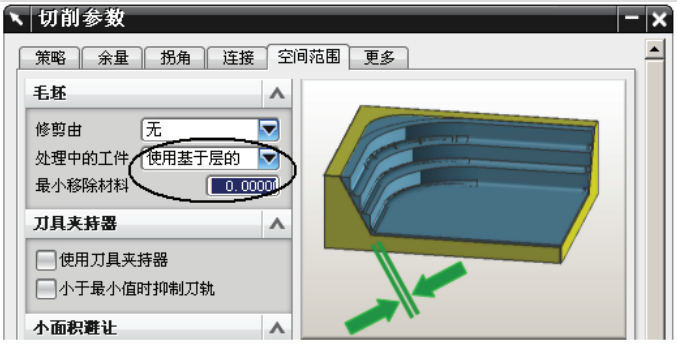


图 4-59

- 单击，生成如图 4-60 所示的刀轨，单击确定。

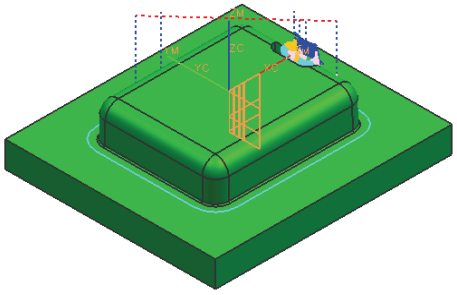


图 4-60

- 单击验证刀轨，单击比较按钮，加工结果如图 4-61 所示。

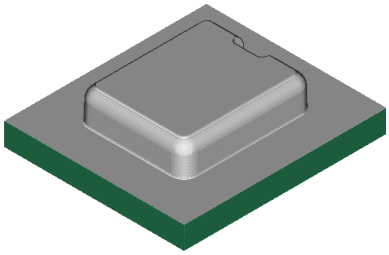


图 4-61

- 单击，保存操作。

练习　5

【目的】学习使用参考刀具法，创建残料加工操作。

本练习可参考配书光盘中的视频文件光盘\nxcam_video\cavity\cavity_milling_5_v.exe 或按以下步骤完成。

Step 1　打开零件

- Open→光盘\nxcam_parts\cavity\cavity_milling_5.prt。

Step 2　运行加工模块

- Start→Manufacturing。

Step 3　创建加工几何

- 在操作导航器工具条中单击几何按钮，切换到几何视图，如图 4-62 所示。

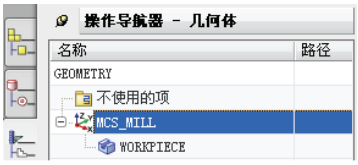


图 4-62

- 双击 MCS_MILL，定义 MCS 与 WCS 重合，如图 4-63 所示。
- 在 MCS 对话框中，安全设置选为平面，指定 ZC=10 的平面为安全平面，如图 4-63 所示，单击确定。
- 切换到建模模块，单击，拉伸零件底面外圆，高度为 13.5，创建圆柱体毛坯几何，再切换到加工模块中。

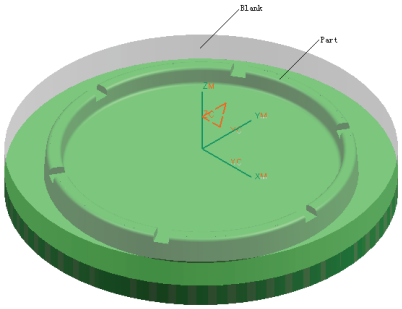


图 4-63

- 双击 WORKPIECE，打开如图 4-64 所示的对话框，单击，指定如图 4-63 所示的零件模型作为部件；单击，选择拉伸的圆柱体作为毛坯几何；单击选择零件材料，单击确定结束加工几何定义。



图 4-64

Step 4　创建刀具

- 创建 B16R0.8 和 D3 立铣刀，具体过程请参考加工创建一章中的相关内容。

Step 5　创建型腔铣操作

- 单击，打开创建操作对话框，选择如图 4-65 所示的操作子类型和父节点，单击确定，打开操作对话框，设置如图 4-66 所示的参数。

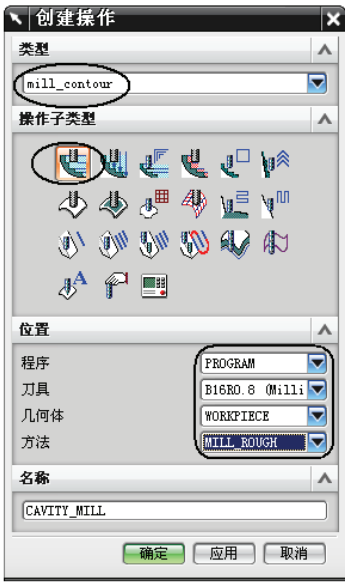


图 4-65



图 4-66

Step 6　设置切削参数

- 单击，设置如图 4-67、图 4-68 和图 4-69 所示的参数，其余参数使用默认值，单击确认。

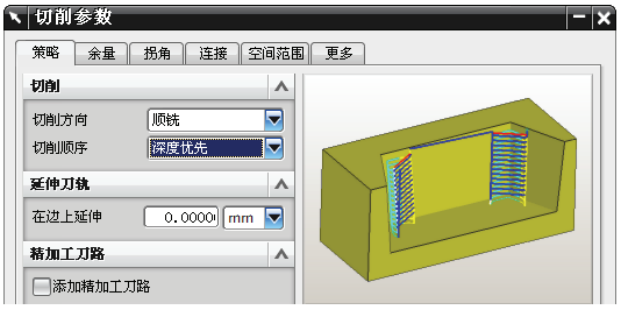


图 4-67

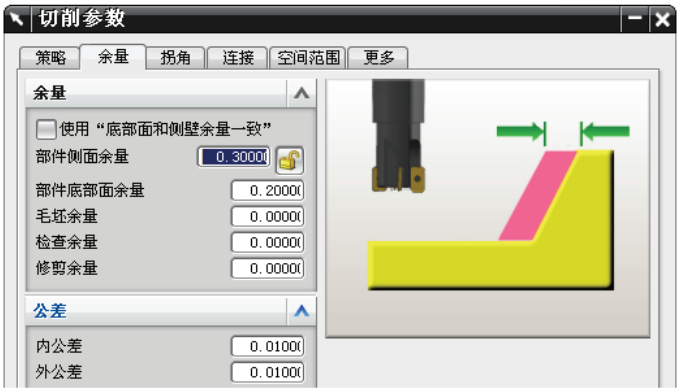


图 4-68

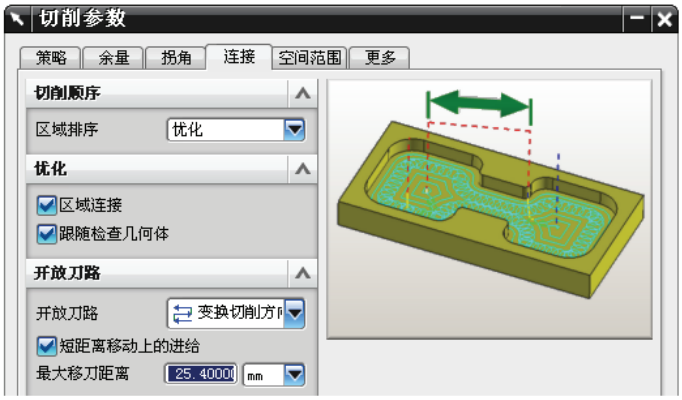


图 4-69

Step 7　设置非切削运动参数

- 单击，设置如图 4-70 和图 4-71 所示的非切削运动参数，单击确定。

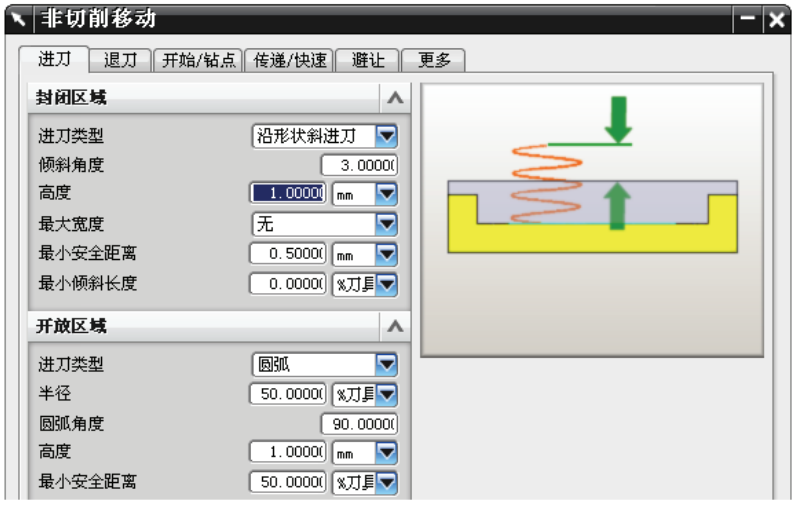


图 4-70

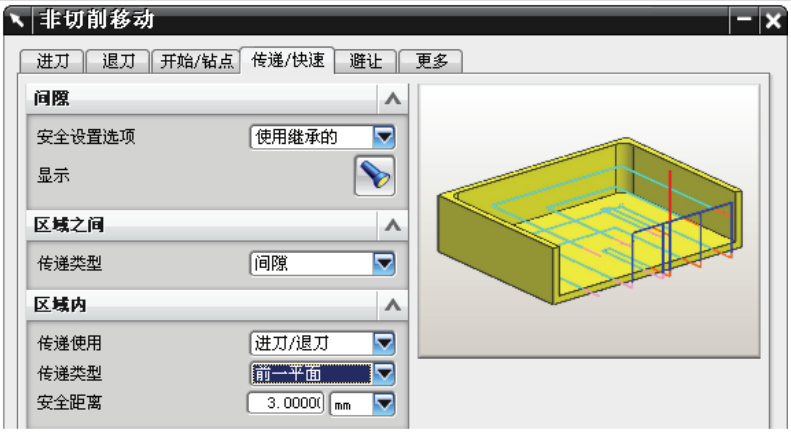


图 4-71

Step 8　刀轨生成及验证

- 单击，生成刀轨。
- 单击验证刀轨，单击比较按钮 ，显示如图 4-72 所示的加工结果：凹槽没有切削到，需进行二次粗加工。

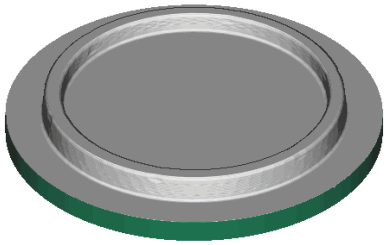


图 4-72

Step 9　创建残料加工操作

- 在操作导航器工具条中单击，切换到刀具视图，单击 CAVITY_MILL 操作，单击 MB3，打开快捷菜单，选择复制，单击刀具 D3，单击 MB3，打开快捷菜单，选择内部粘贴，结果如图 4-73 所示。



图 4-73

- 双击 CAVITY_MILL 操作，打开其对话框，设置如图 4-74 所示的切深参数，单击确定。



图 4-74

- 单击，设置如图 4-75 所示的参考刀具参数，其余参数使用默认值，单击确认。

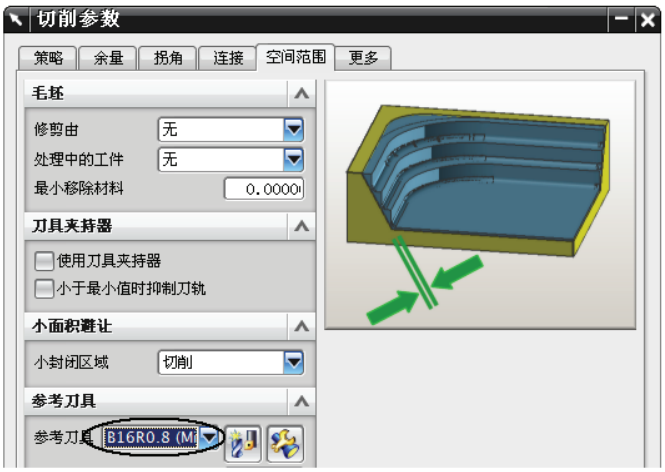


图 4-75

- 单击，生成如图 4-76 所示的刀轨，单击确定。
- 单击验证刀轨，单击比较按钮，加工结果如图 4-77 所示。

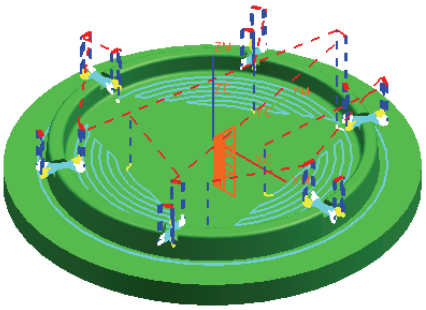


图 4-76

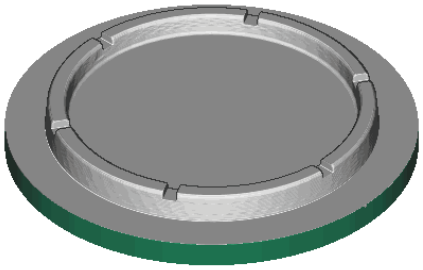


图 4-77

- 单击，保存操作。

第 5 章　等高轮廓铣

主要内容

- 等高轮廓铣概述
- 等高轮廓铣操作子类型
- 创建等高轮廓铣操作
- 在层之间切削参数设置
- 拐角精加工

5.1　等高轮廓铣概述

等高轮廓铣（ZLEVEL PROFILE MILLING）主要用于零件的半精加工或精加工，其特点如下：

- 等高轮廓铣用于切除零件表面上的少许余量，以达到零件的半精加工或最终精加工要求。
- 等高轮廓铣刀轨为水平层状，切削层垂直于刀具轴线，每一切削层都切削到零件轮廓，图 5-1 是典型零件等高轮廓铣刀轨示意图。

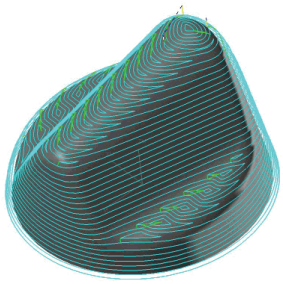


图 5-1

- 等高轮廓铣通常使用实体模型定义加工几何，如零件几何、毛坯几何和检查几何，而切削区域则可使用表面、片体或小平面体定义。若加工时不指定切削区域，则表示切削零件几何的所有表面轮廓区域。

5.2　等高轮廓铣操作子类型

等高轮廓铣操作有如图 5-2 所示的两种操作子类型，分别为等高轮廓铣和拐角精加工。用户可根据以下的介绍和零件的加工要求，选择一种较为合适的操作子类型创建操作。若这些操作子类型不能满足要求，用户还可以根据零件的加工特点，创建新的操作子类型。



图 5-2

ZLEVEL_PROFILE：等高轮廓铣，以等高层状刀轨加工零件表面，可加工零件所有轮廓表面，也可通过指定切削区域只加工部分轮廓表面，还可通过设置切削参数只加工陡峭轮廓表面或非陡峭轮廓表面。

ZLEVEL_CORNER：拐角等高精加工，可以设置陡峭角度，精加工大于陡峭角度指定的拐角表面，图 5-3 是拐角精加工刀轨示意图。

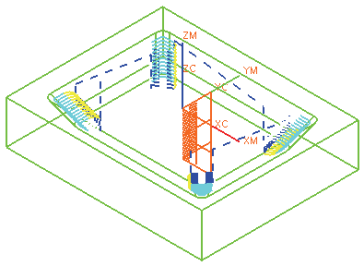


图 5-3

5.3 创建等高轮廓铣操作步骤

创建等高轮廓操作的步骤如图 5-4 所示，主要内容包括编辑/创建父节点、创建操作（选择操作子类型和指定父节点）、设置操作参数以及生成和验证刀轨。

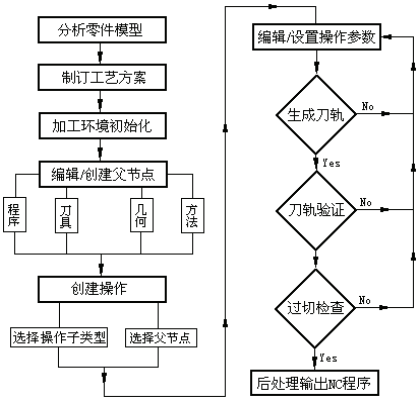


图 5-4

练习　1

【目的】创建等高轮廓铣操作，学习在层之间切削参数设置。

本练习可参考配书光盘中的视频文件光盘\nxcam_video\zlevel\zlevelprofile_milling_1_v.exe 或按以下步骤完成。

Step 1　打开零件

- Open→光盘\nxcam_parts\zlevel\zlevelprofile_milling_1.prt。

Step 2　运行加工模块

- Start→Manufacturing。

Step 3　定义加工几何

在操作导航器工具条中单击几何按钮，切换到几何视图。

- 双击 MCS_MILL，定义 MCS 与 WCS 重合，如图 5-6 所示。
- 在 MCS 对话框中，安全设置选为平面，指定 ZC=10 的平面为安全平面，如图 5-6 所示，单击确定。

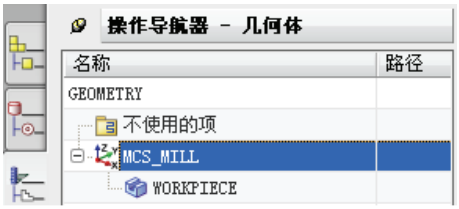


图 5-5

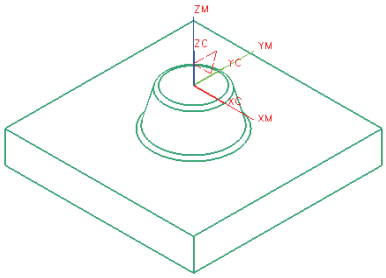


图 5-6

- 双击 WORKPIECE，打开如图 5-7 所示的工件对话框，单击，指定如图 5-6 所示的零件模型作为部件；单击，选择自动块定义毛坯；单击选择零件材料，单击确定结束加工几何定义。



图 5-7

Step 4　创建刀具

- 创建 D10R0.5 立铣刀，具体过程请参考加工创建一章中的相关内容。

Step 5　创建等高轮廓铣操作

- 单击，打开创建操作对话框，选择如图 5-8 所示的操作子类型和父节点，单击确定，打开操作对话框，设置如图 5-9 所示的操作参数。



图 5-8



图 5-9

- 单击指定加工区域，选择如图 5-10 所示的表面，单击确认。

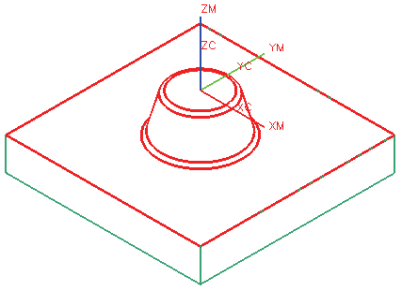


图 5-10

Step 6　生成刀轨

- 单击生成刀轨，如图 5-11 所示。注意观察刀轨，抬刀太多，平面区域没有铣削。

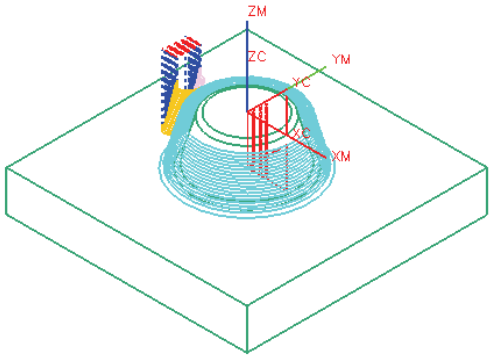


图 5-11

Step 7　设置切削参数

- 单击，设置如图 5-12 所示的切削参数，单击确定。

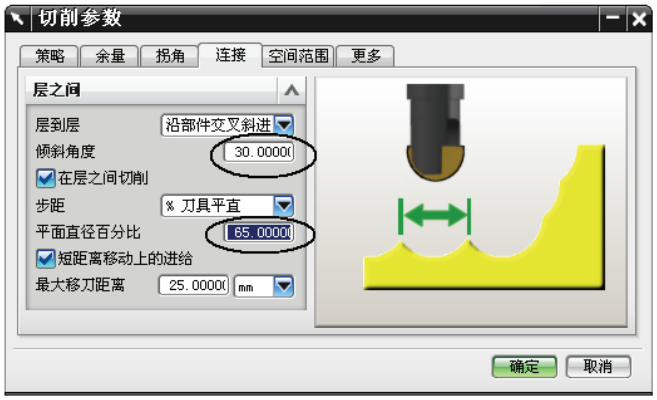


图 5-12

Step 8　生成刀轨

- 单击，生成如图 5-13 所示的刀轨，单击确定。

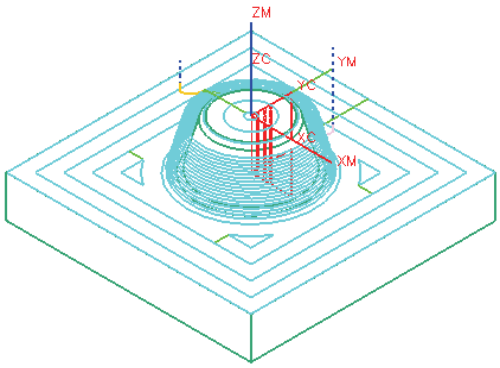


图 5-13

- 单击，保存操作。

练习 2

【目的】通过等高轮廓铣操作子类型创建操作，学习合并距离设置。合并距离是指合并两段刀轨之间的间隙值。如果两段刀轨之间的间隙值小于等于指定的合并距离，则系统会自动把断开的刀轨连接起来，以消除不连续的刀轨。

本练习可参考配书光盘中的视频文件光盘\nxcam_video\zlevel\zlevelprofile_milling_2_v.exe或以下的步骤完成。

Step 1 打开零件

- Open→光盘\nxcam_parts\zlevel\zlevelprofile_milling_2.prt。

Step 2 运行加工模块

- Start→Manufacturing。

Step 3 定义加工几何

- 双击 MCS_MILL，定义 MCS 与 WCS 重合。
- 在 MCS 对话框中，安全设置选为平面，指定零件顶部平表面向+*ZC* 方向偏置 10 作为安全平面，如图 5-14 所示，单击确定。

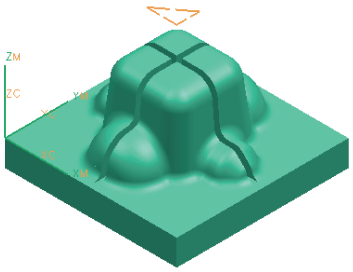


图 5-14

- 双击 WORKPIECE，打开如图 5-15 所示的工件对话框，单击，指定如图 5-14 所示的零件模型作为部件；单击，选择自动块定义毛坯；单击选择零件材料，单击确定结束加工几何定义。



图 5-15

Step 4　创建刀具

- 创建 R5_F 立铣刀，具体过程请参考加工创建一章中的相关内容。

Step 5　创建等高轮廓铣操作

- 单击，打开创建操作对话框，选择如图 5-16 所示的操作子类型和父节点，单击确定，打开操作对话框，设置如图 5-17 所示的参数。



图 5-16

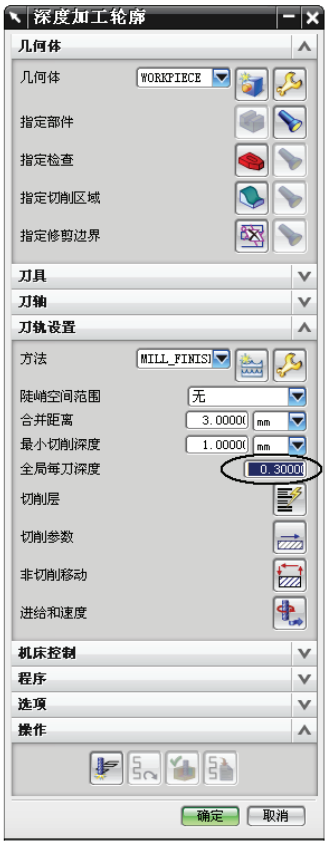


图 5-17

- 单击指定加工区域，选择如图 5-18 所示的表面，单击确认。

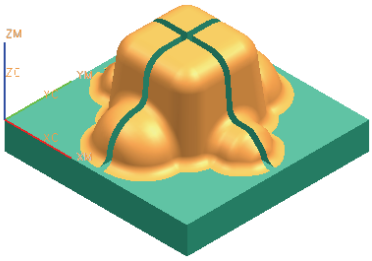


图 5-18

Step 6　设置切削参数

- 单击，设置如图 5-19 和图 5-20 所示的切削参数，单击确定。

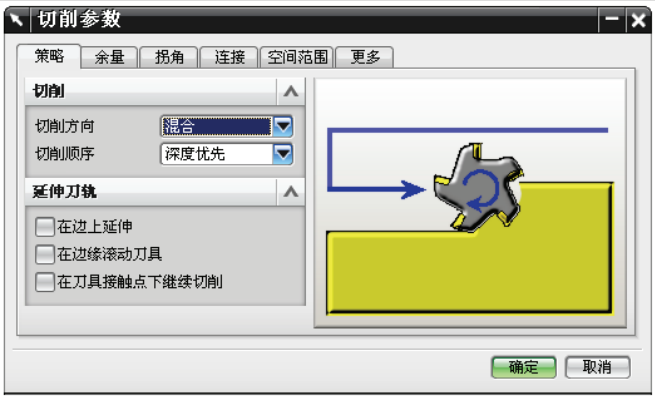


图 5-19

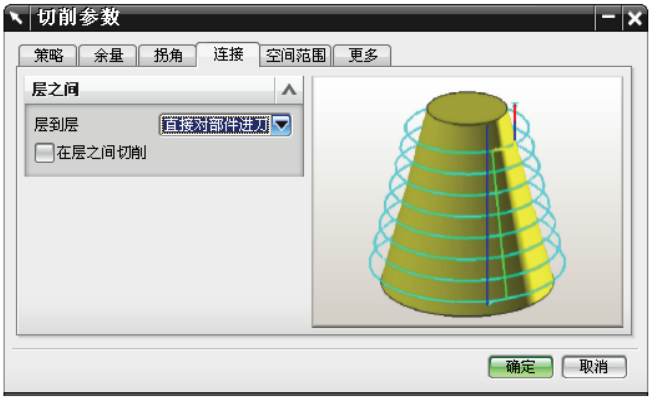


图 5-20

Step 7　生成刀轨

- 单击，生成如图 5-21 所示的刀轨。注意观察刀轨不连续，若在操作对话框中，把合并距离设置为 4，重新生刀轨，结果如图 5-22 所示，刀轨连续。

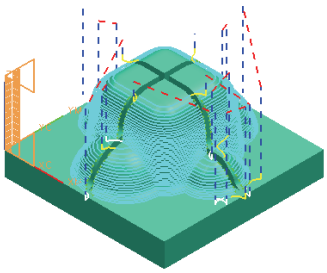


图 5-21

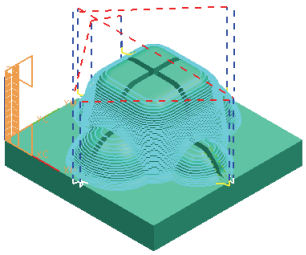


图 5-22

Step 8　设置切削层参数

- 在操作对话框中单击，打开切削层对话框，设置如图 5-23 所示的参数，单击重新生成如图 5-24 所示的刀轨，在平坦的表面增加了刀轨数量，这样加工结果更好。

- 在操作对话框中单击确定，结束操作。
- 单击，保存操作。

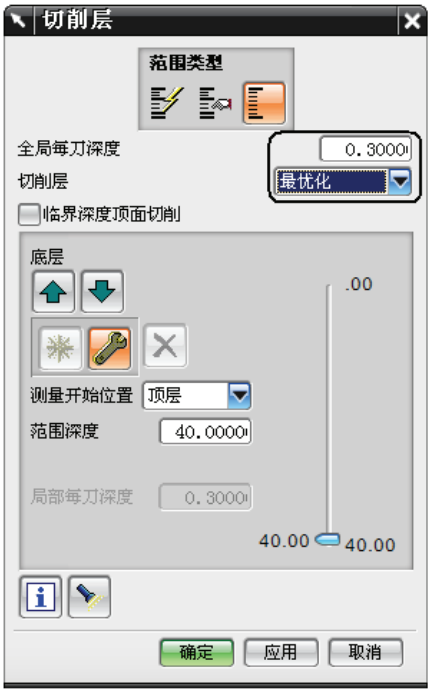


图 5-23

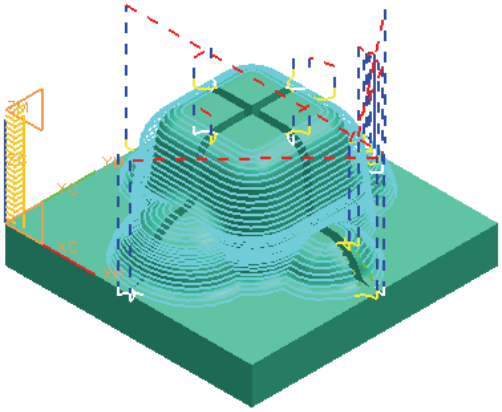


图 5-24

练习　3

【目的】创建拐角精加工操作，注意比较与拐角粗加工的区别。

本练习可参考配书光盘中的视频文件光盘\nxcam_video\zlevel\zlevelprofile_milling_3_v.exe 或按以下步骤完成。

Step 1　打开零件

- Open→光盘\nxcam_parts\zlevel\zlevelprofile_milling_3.prt。

Step 2　运行加工模块

- Start→Manufacturing。

Step 3　定义加工几何（Geometry）

- 双击 MCS_MILL，定义 MCS 与 WCS 重合。
- 在 MCS 对话框中，安全设置选为平面，指定 ZC=10 的平面为安全平面，如图 5-25 所示，单击确定。
- 双击 WORKPIECE，打开如图 5-26 所示的工件对话框，单击，指定如图 5-25 所示的零件模型作为部件；单击，选择自动块定义毛坯；单击选择零件材料，单击确定结束加工几何定义。

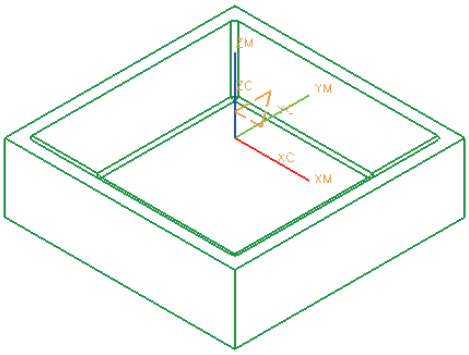


图 5-25



图 5-26

Step 4　创建刀具

- 分别创建 R6_F 和 R3_F 立铣刀各一把，具体过程请参考加工创建一章中的相关内容。

Step 5　创建等高轮廓操作

- 单击，打开创建操作对话框，选择如图 5-27 所示的操作子类型和父节点，单击确定，打开操作对话框，设置如图 5-28 所示的参数。



图 5-27



图 5-28

Step 6　设置切削参数

- 单击，设置如图 5-29 和图 5-30 所示的切削参数，单击确定。

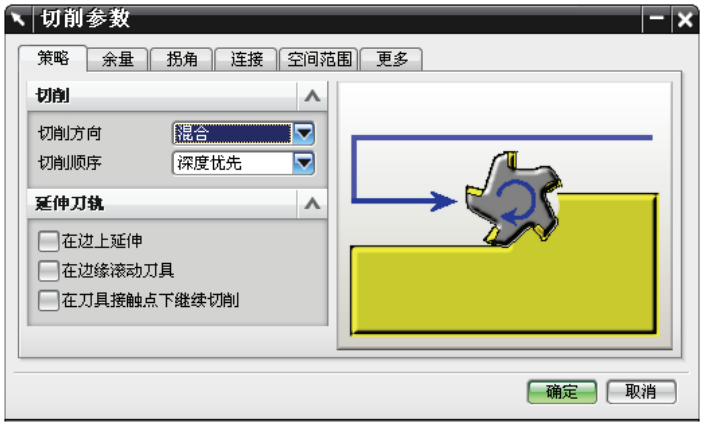


图 5-29

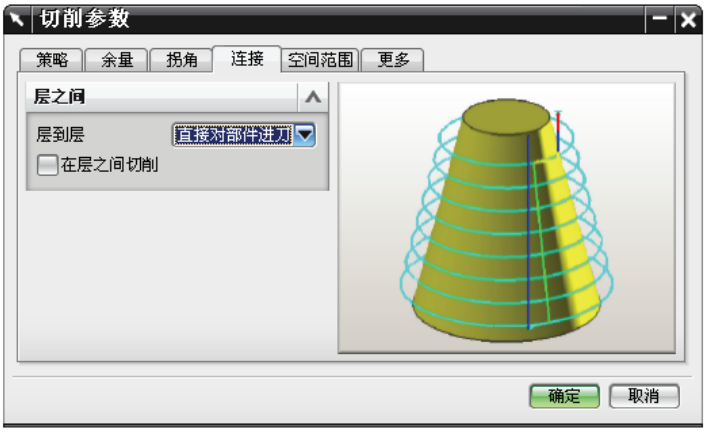


图 5-30

Step 7　生成刀轨

- 单击，生成如图 5-31 所示的刀轨。

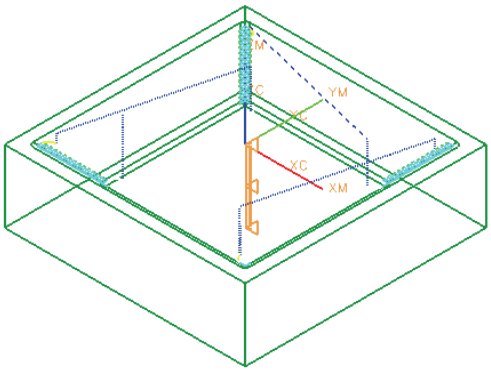


图 5-31

练习 4

【目的】学习使用等高轮廓铣创建清根操作。

本练习可参考配书光盘中的视频文件光盘\nxcam_video\zlevel\zlevelprofile_milling_4_v.exe 或按以下步骤完成。

Step 1 打开零件

- Open→光盘\nxcam_parts\zlevel\zlevelprofile_milling_4.prt。

Step 2 运行加工模块

- Start→Manufacturing。

Step 3 验证刀轨

- 单击，打开操作导航器对话框。
- 切换到程序顺序视图，如图 5-32 所示，选择 PROGRAM→刀轨→确认，打开刀轨仿真对话框，单击验证刀轨，再选择比较，结果如图 5-33 所示，需要清根加工。

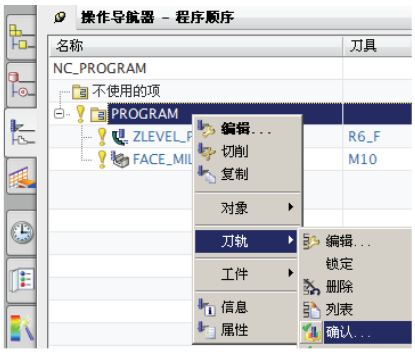


图 5-32

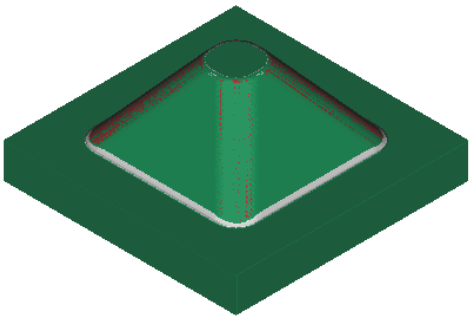


图 5-33

Step 4 创建残料加工操作

- 创建 M6 立铣刀，具体过程请参考加工创建一章中的相关内容。
- 在操作导航器工具条中单击，切换到刀具视图，单击 ZLEVEL_PROFILE 操作，单击 MB3，打开快捷菜单，选择 COPY，复制此操作，单击刀具 M6，单击 MB3，打开快捷菜单，选择 paste inside，粘贴此操作，结果如图 5-34 所示。



图 5-34

- 双击 ZLEVEL_PROFILE_COPY 操作，打开其对话框，设置如图 5-35 所示的参数。

- 单击，打开切削层对话框，选择手工编辑当前范围顶层，移动滑块到如图 5-36 所示的位置，则切削范围变为如图 5-37 所示，单击确定。



图 5-35



图 5-36

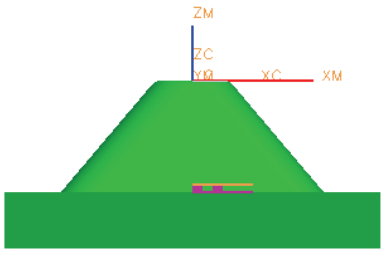


图 5-37

- 单击，生成如图 5-38 所示的刀轨，单击确定。

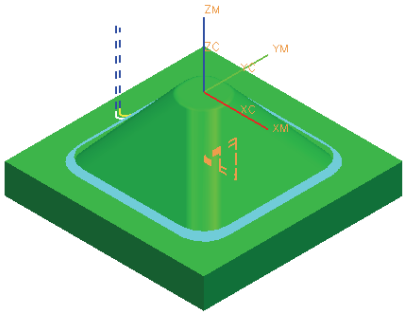


图 5-38

- 单击验证刀轨，单击比较按钮，加工结果如图 5-39 所示。

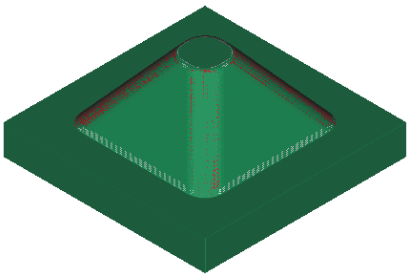


图 5-39

- 单击，保存操作。

第 6 章　固定轴曲面轮廓铣

主要内容

- 固定轴曲面轮廓铣概述
- 创建固定轴曲面轮廓铣操作
- 区域驱动
- 曲线/点驱动
- 螺旋驱动
- 径向驱动
- 刀轨驱动
- 清根驱动
- 流线加工
- 3D 轮廓加工
- 刻字（Text）

6.1　固定轴曲面轮廓铣概述

6.1.1　固定轴曲面轮廓铣特点

- 在与刀轴平行的平面内，刀轨随曲面而变化，不同于型腔铣和等高轮廓铣的水平层状刀轨，图 6-1 为典型曲面轮廓铣削刀轨示意图，图 6-2 为加工结果示意图。
- 固定轴曲面轮廓铣主要用于曲面的半精加工和精加工，即切削零件表面上的少许余量，以达到零件的最终加工要求。
- 固定轴曲面轮廓铣通常使用球形立铣刀完成加工。

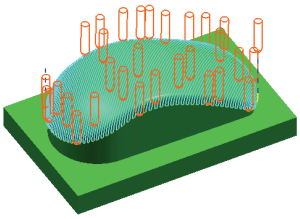


图 6-1

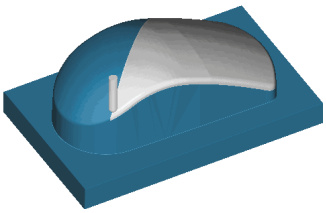


图 6-2

6.1.2　固定轴曲面轮廓铣原理

固定轴曲面轮廓铣是由如图 6-3 所示的驱动方法（(Drive Methods）之一创建驱动几何（Drive Geometry），再由驱动几何生成驱动点（Drive Points），系统将驱动点沿刀具轴线方向投影到零件几何表面上，刀具沿投影点运动生成刀具轨迹。

图 6-4 和图 6-5 是使用螺旋驱动方法创建的刀轨。螺旋驱动先建立如图 6-4 所示的螺旋线作为驱动几何，并在螺旋线上生成无数驱动点，再把驱动点沿刀轴投影到零件表面上，刀具则沿着驱动点并与零件表面接触走刀生成如图 6-5 所示的刀轨。



图 6-3

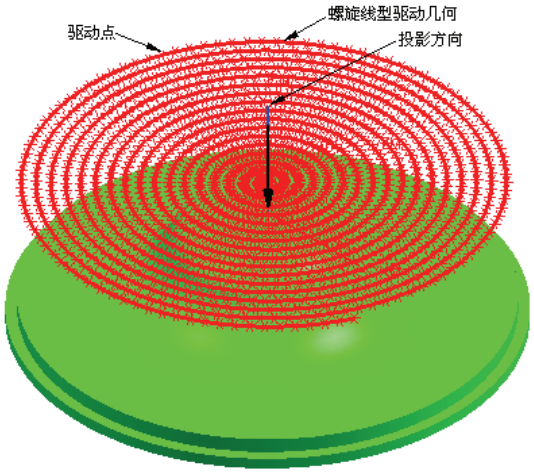


图 6-4

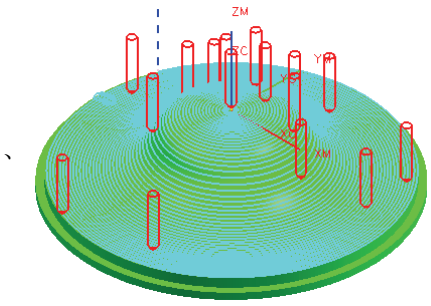


图 6-5

6.2 固定轴曲面轮廓铣操作子类型

固定轴曲面轮廓铣操作子类型如图 6-6 所示，每一种都有其特点和用法，用户可根据以下的介绍和零件的加工要求选用。若这些操作子类型不能满足要求，用户还可以根据自己的加工特点，创建新的操作子类型。在创建操作时，操作子类型一旦选定就不能再更改，所以选择时要仔细。



图 6-6

FIXED_CONTOUR：固定轴曲面轮廓铣削，默认的驱动方法为边界驱动，在该模式下可切换到任何一种驱动方式。

CONTOUR_AREA：表面区域驱动，默认驱动方法为表面区域驱动，是使用最广泛的一种驱动方式。

CONTOUR_SURFACE_AREA：曲面区域驱动，可使用固定轴或可变轴铣削方式加工复杂零件。

STREMLINE：流线驱动，用于加工不规则的表面。

CONTOUR_AREA_NON_STEEP：非陡峭区域铣削，默认的驱动方法为表面区域驱动，可指定非陡峭角度（默认 Non Steep=65），用于加工非陡峭区域。

CONTOUR_AREA_DIR_STEEP：方向陡峭区域铣削，与非陡峭相反，用于加工陡峭区域。

FLOWCUT_SINGLE：单次走刀清根，只沿凹角生成单一清根刀轨。

FLOWCUT_MULTIPLE：多次走刀清根，可设置走刀次数（默认走刀次数 Number of Offsets=5），沿凹角生成清根刀轨。

FLOWCUT_REF_TOOL：参考刀具法清根，走刀次数由参考刀具直径等参数决定，是最常用的一种清根方法。

FLOWCUT_SMOOTH：多次走刀清根，刀轨光滑且连续。

SOLID_PROFILE_3D：3D 实体轮廓加工。

PROFILE_3D：3D 轮廓铣加工，沿 2D 或 3D 边界生成单一刀轨，类似于单次走刀清根。

CONTOUR_TEXT：在曲面上刻字，使用时必先进入 Drafting 模块使用注释功能书写字符（包括汉字）。

6.3 创建固定轴曲面轮廓铣操作步骤

创建固定轴曲面轮廓铣操作的步骤如图 6-7 所示，主要内容包括编辑/创建父节点、创建操作（选择操作子类型和指定父节点）、设置操作参数以及生成和验证刀轨。

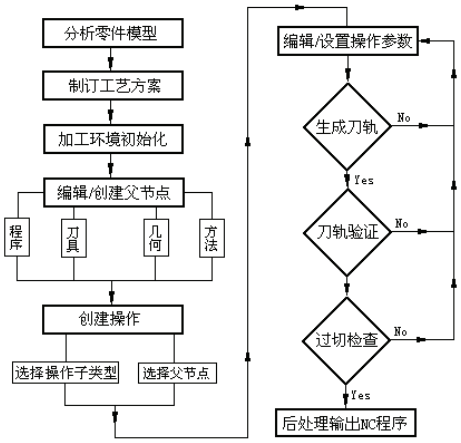


图 6-7

6.4 区域驱动

区域驱动是指定切削区域生成刀轨，若未指定切削区，则使用已定义的整个零件几何（Part）的表面轮廓作为切削区域。实际上，区域驱动是利用已定义的切削区域的外形边界定义切削范围，因此，它与边界驱动相似，可以代替边界驱动生成刀轨。

区域驱动直接利用零件表面作为驱动几何，它对切削区域的控制方法灵活多样。因此，在进行曲面加工时，尽可能采用区域铣削驱动方法。

练习 1

【目的】使用区域驱动创建操作，掌握切削参数在平面上（On Plane）和在部件上（On Part）的用法。

本练习可参考配书光盘中的视频文件光盘\nxcam_video\fixed_contour\area_milling_1_v.exe 或按以下步骤完成。

Step 1 打开零件

- Open→光盘\nxcam_parts\fixed_contour\area_milling_1.prt。

Step 2 运行加工模块

- Start→Manufacturing。

Step 3 创建加工几何

- 单击，切换到几何视图。

- 双击 MCS_MILL，定义 MCS 与 WCS 重合，如图 6-8 所示。
- 在 MCS 对话框中，安全设置选为平面，指定 ZC=10 的平面为安全平面，如图 6-8 所示，单击确定。
- 双击 WORKPIECE，打开如图 6-9 所示的工件对话框，单击，指定如图 6-8 所示的零件模型作为部件；单击，选择自动块指定毛坯；单击选择零件材料，单击确定结束加工几何定义。

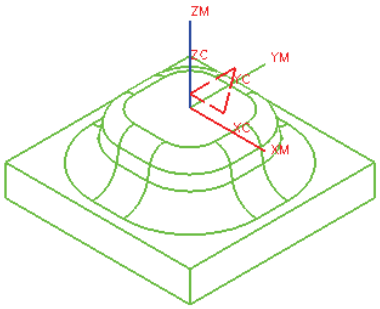


图 6-8



图 6-9

Step 4　创建刀具

- 创建球刀 R6_F，具体过程请参考加工创建章节中的相关内容。

Step 5　创建区域驱动操作

- 单击，打开创建操作对话框，选择如图 6-10 所示的操作子类型和父节点，单击确定，打开轮廓区域对话框，如图 6-11 所示。

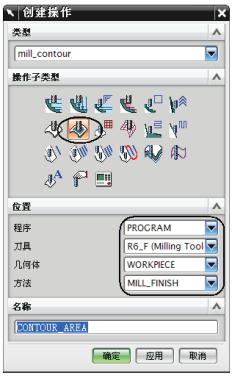


图 6-10

- 单击指定切削区域，选择如图 6-12 所示的曲面区域，单击确定。

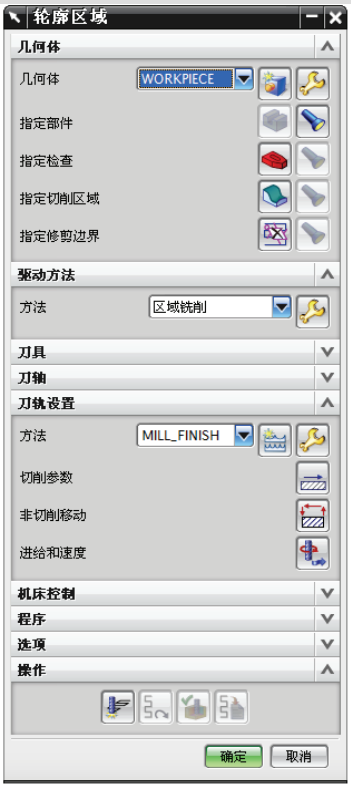


图 6-11

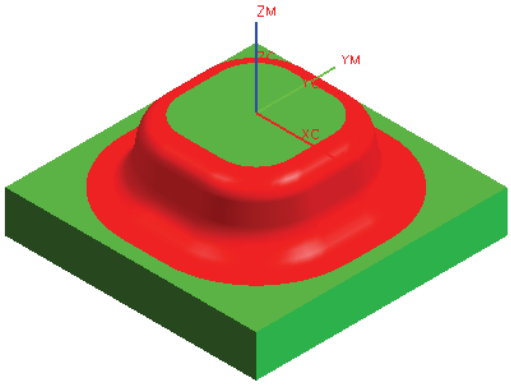


图 6-12

- 单击设置驱动参数，如图 6-13 所示，单击确定。



图 6-13

Step 6　生成刀轨

- 单击生成刀轨，如图 6-14 所示。注意观察，侧面刀轨不均匀。

Step 7　使用在部件上（On Part）的参数生成刀轨

- 单击，设置步距已应用为“在部件上”，如图 6-15 所示，单击确定。

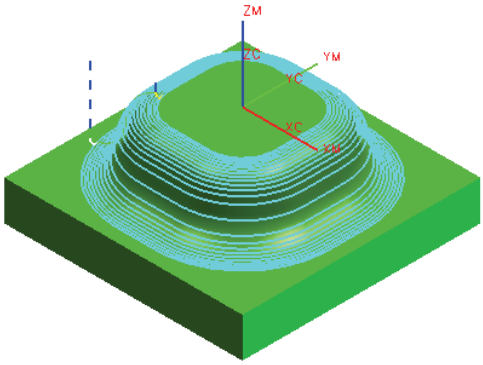


图 6-14

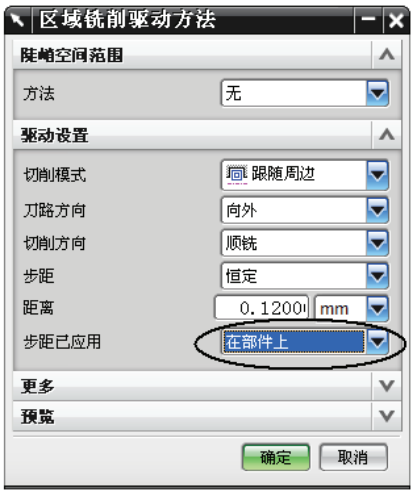


图 6-15

- 单击生成刀轨，如图 6-16 所示，所有刀轨步距均匀。

Step 8　创建未加工区域操作

- 生成上述刀轨后，剩余的未加工部分为平面，可使用面铣加工，刀轨如图 6-17 所示。

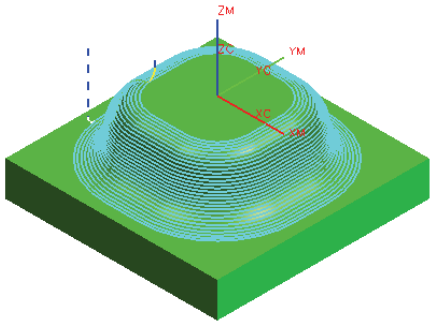


图 6-16

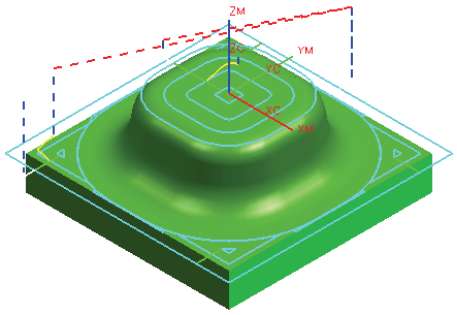


图 6-17

练习 2

【目的】使用区域驱动方法、选用往复式或单向走刀并设置 45° 切削角加工复杂曲面。

本练习可参考配书光盘中的视频文件光盘\ nxcam_video\ fixed_contour\area_milling_2_v.exe 或按以下步骤完成。

Step 1　打开零件

- Open→光盘\ nxcam_parts \fixed_contour\area_milling_2.prt。

Step 2　运行加工模块

- Start→Manufacturing。

Step 3　创建加工几何

- 单击，切换到几何视图。
- 安全设置选为平面，指定 ZC=45 作为安全平面，如图 6-18 所示。
- 双击 WORKPIECE，打开如图 6-19 所示的铣削几何体对话框。单击，选择图形窗口中的实体模型为被加工零件；单击，选择自动块定义毛坯；单击，选择零件材料；单击确定结束加工几何定义。

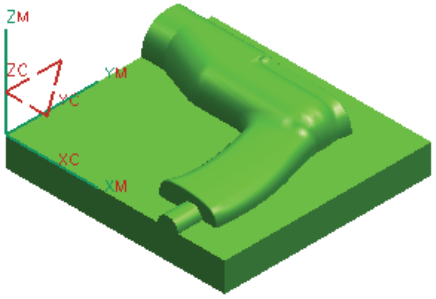


图 6-18



图 6-19

Step 4　创建刀具

- 创建球刀 R5_F，具体过程请参考加工创建章节中的相关内容。

Step 5　创建陡峭区域加工操作

- 单击，打开创建操作对话框，选择如图 6-20 所示的操作子类型和父节点，单击确定，打开轮廓区域对话框，如图 6-21 所示。



图 6-20

- 单击指定，选择如图 6-22 所示的切削区域，单击确定。



图 6-21

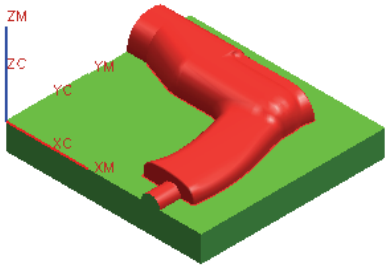


图 6-22

- 单击，设置如图 6-23 所示的驱动参数，单击确定。
- 单击，生成如图 6-24 所示的刀轨：两侧面有多余刀轨，需要修剪。



图 6-23

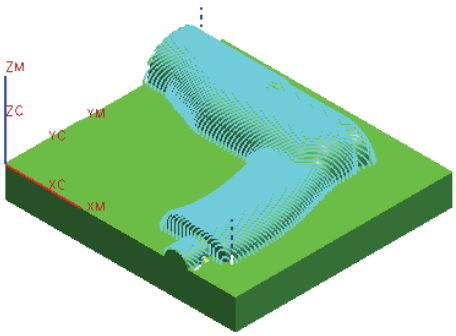


图 6-24

练习 3

【目的】学习方向陡峭轮廓区域操作子类型的使用，掌握切削角（Cut Angle）、陡峭角的定义及其用法。

本练习可参考配书光盘中的视频文件光盘\ nxcam_video\ fixed_contour\area_milling_3_v.exe 或按以下步骤完成。

Step 1 打开零件

- Open→光盘\ nxcam_parts \fixed_contour\area_milling_3.prt。

Step 2 运行加工模块

- Start→Manufacturing。

Step 3 创建加工几何

- 单击，切换到几何视图。
- 安全设置选为平面，指定 ZC=40 作为安全平面，如图 6-25 所示。
- 双击 WORKPIECE，打开如图 6-26 所示的铣削几何体对话框。单击，选择图形窗口中的实体模型为被加工零件；单击，选择自动块定义毛坯；单击，选择零件材料；单击确定结束加工几何定义。

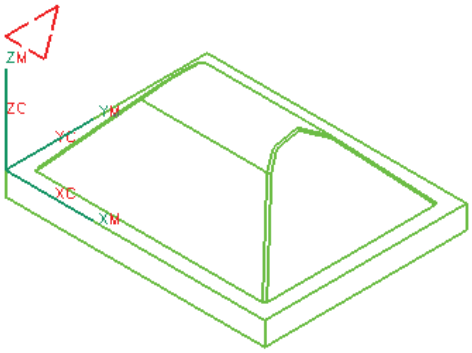


图 6-25



图 6-26

Step 4 创建刀具

- 创建球刀 R4_F，具体过程请参考加工创建章节中的相关内容。

Step 5 创建陡峭区域加工操作

- 单击，打开创建操作对话框，选择如图 6-27 所示的操作子类型和父节点，单击确定，打开轮廓区域方向陡峭对话框，如图 6-28 所示。



图 6-27



6-28

- 单击，设置如图 6-29 所示的驱动参数，单击确定。
- 单击，生成如图 6-30 所示的刀轨：两侧面有多余刀轨，需要修剪。



图 6-29

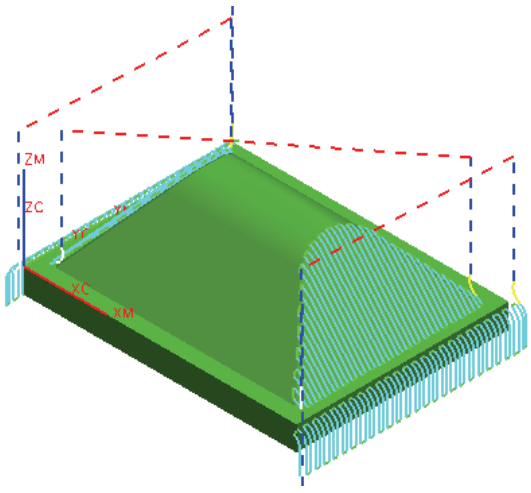


图 6-30

- 单击，打开修剪边界对话框，设置如图 6-31 所示的参数，选择零件底平面生成如图 6-32 所示的修剪边界，单击确定。



图 6-31

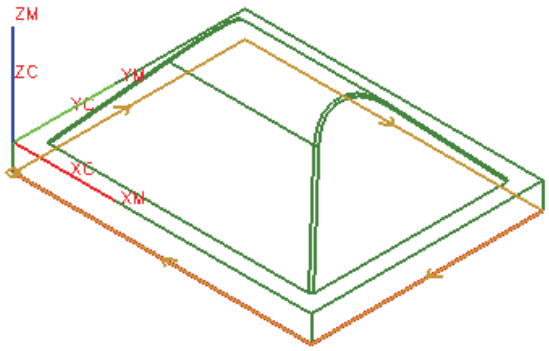


图 6-32

- 单击，重新生成如图 6-33 所示的刀轨。

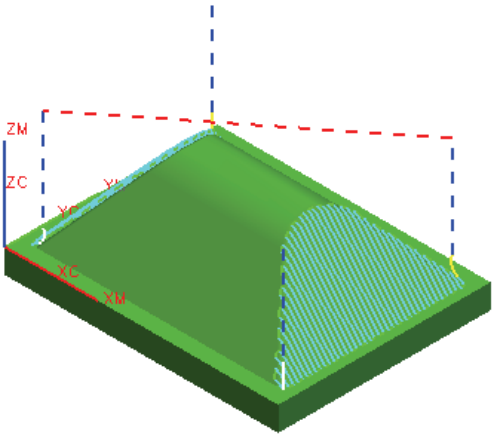


图 6-33

Step 6　创建另一侧陡峭区域加工操作

- 创建另一侧陡峭区域加工操作可使用操作子类型，也可通过复制已创建的操作并编辑来获得，这里使用后一种方法。
- 复制并粘贴 CONTOUR_AREA_DIR_STEEP 操作创建新操作，如图 6-34 所示。
- 双击 CONTOUR_AREA_DIR_STEEP_COPY 操作，打开其对话框。

- 单击切削区域，选择如图 6-35 所示的切削区域，单击确定。

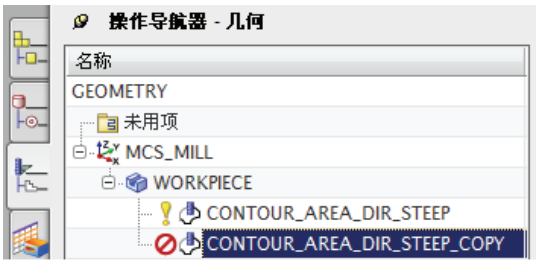


图 6-34

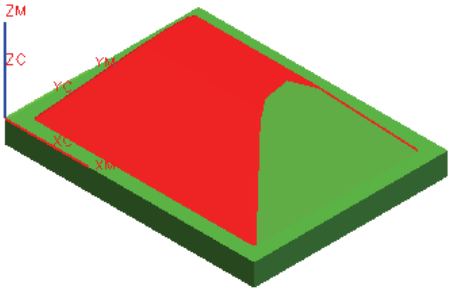


图 6-35

- 单击，打开区域铣削驱动方法对话框，设置如图 6-36 所示的参数，单击确定。
- 在操作对话框中单击，生成如图 6-37 所示的刀轨，单击确定。



图 6-36

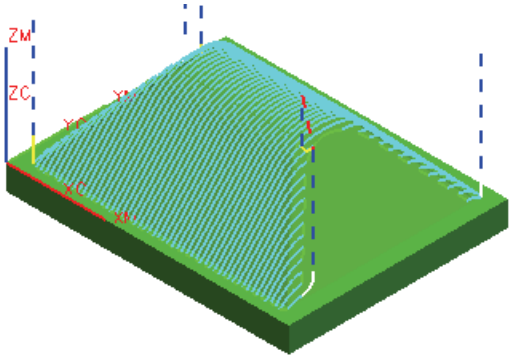


图 6-37

6.5　曲线/点驱动

曲线/点（Curve/Point）驱动方法通过选择曲线或指定点定义驱动几何，刀轨沿曲线生成，用于在曲面上雕刻图案。

选择曲线时，驱动点沿指定的曲线生成；曲线可以是平面曲线或空间曲线，其形式可以是封闭的或开放的、连续的或非连续的。

指定点驱动方式是在指定点之间按顺序连接成直线段，并沿直线段生成刀轨。

在这种驱动方法中，可以指定一个负值零件余量（Part Stock），使刀具在选定的零件表面以下加工，如图 6-38 所示。注意，负值余量绝对值不得大于球刀半径。

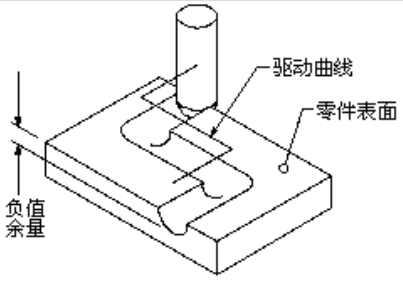


图 6-38

练习 4

【目的】使用曲线/点驱动方法创建操作，掌握负值切削余量的定义。

*本练习可参考配书光盘中的视频文件光盘\ nxcam_video\ fixed_contour*curve_point_*v.exe 或按以下步骤完成。*

Step 1 打开零件

- Open→光盘\ nxcam_parts\fixed_contour\curve_point.prt。

Step 2 运行加工模块

- Start→Manufacturing。

Step 3 创建加工几何

- 单击，切换到几何视图。
- 安全设置选为平面，指定 ZC=10 作为安全平面，如图 6-39 所示。
- 双击 WORKPIECE，打开如图 6-40 所示的铣削几何体对话框。单击，选择图形窗口中的实体模型为被加工零件；单击，选择自动块定义毛坯；单击，选择零件材料；单击确定结束加工几何定义。

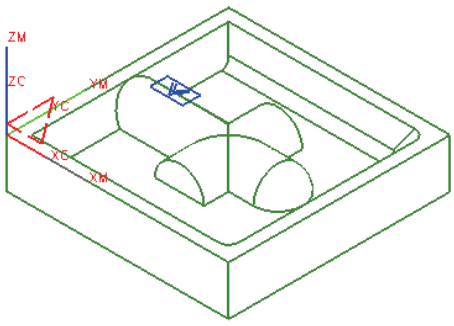


图 6-39



图 6-40

Step 4 创建刀具

- 创建球刀 R1.5_F，具体过程请参考加工创建章节中的相关内容。

Step 5　创建曲线驱动操作

- 单击，打开创建操作对话框，选择如图 6-41 所示的操作子类型和父节点，单击确定，打开固定轮廓铣对话框，在驱动方法中选择曲线/点，如图 6-42 所示。注意当屏幕出现改变驱动方法需要重置驱动几何体和一些参数的提示时，单击确定，打开如图 6-43 所示的曲线/点驱动方法对话框。



图 6-41



图 6-42



图 6-43

- 在曲线/点驱动方法对话框中，选择如图 6-44 所示的 3 组驱动曲线串。每选择 1 组驱动曲线串后，单击鼠标中键确定，可继续选择下一组曲线串，选择结束后单击确定。

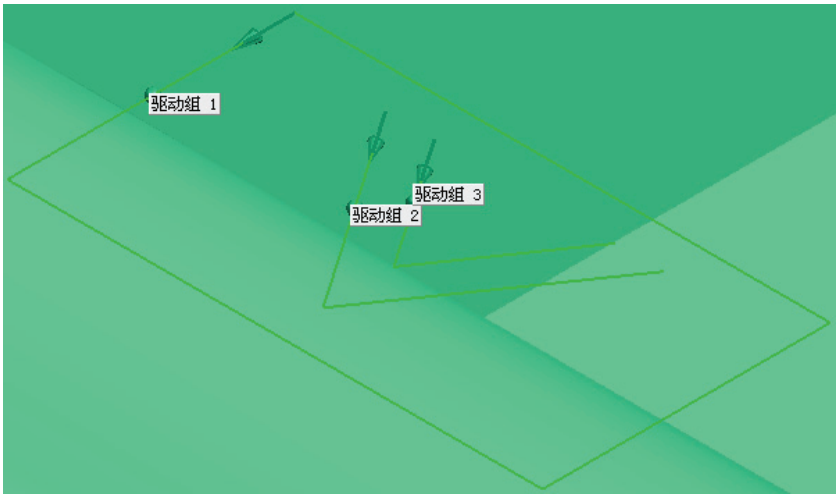


图 6-44

Step 6　设置切削参数

- 单击，设置如图 6-45 和图 6-46 所示的参数，注意余量的绝对值不得大于刀具半径，单击确定。

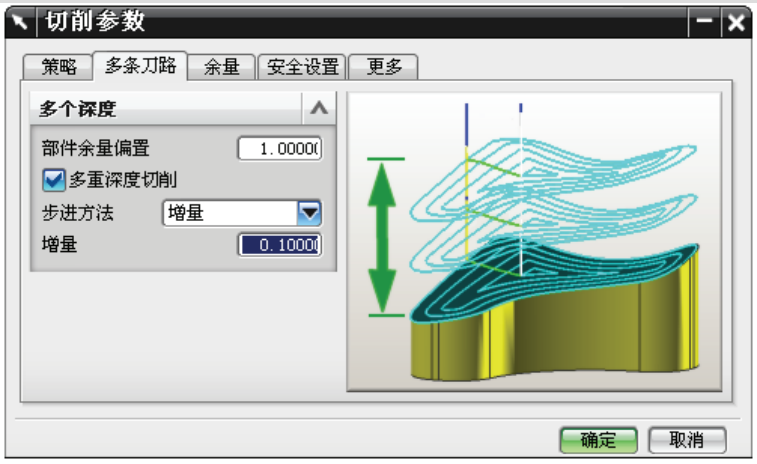


图 6-45

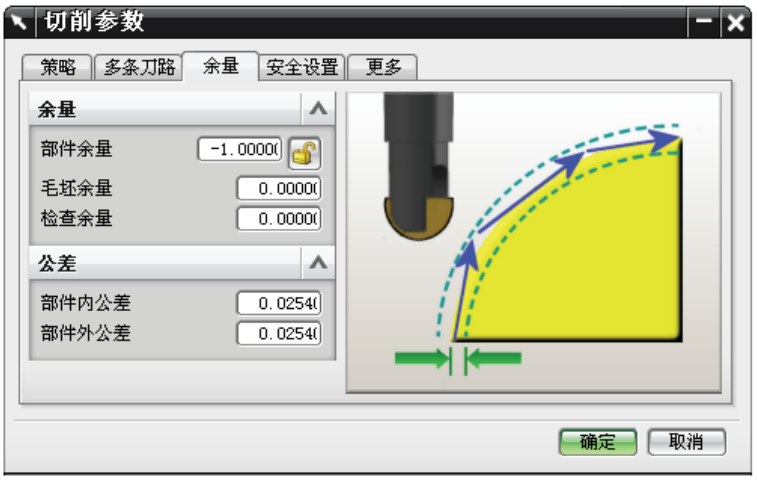


图 6-46

Step 7　设置非切削运动参数

- 单击，设置如图 6-47 所示的参数，其余参数使用默认值，单击确定。



图 6-47

Step 8　生成刀轨

- 单击生成刀轨，如图 6-48 所示。

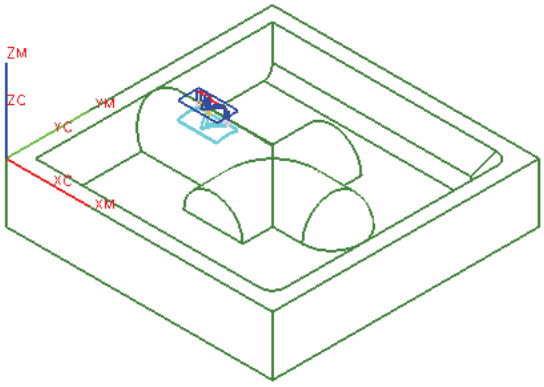


图 6-48

6.6　螺旋驱动

螺旋驱动（Spiral）是沿着定义的螺旋线形状生成驱动点，驱动点从指定的螺旋中心点向外扩张展开，该中心点就是刀具的开始切削点，在通过该点并与刀轴相垂直的平面内建立驱动点，然后沿刀轴方向投影到零件几何上。若没有指定螺旋中心点，则利用绝对坐标系原点作为螺旋中心点；若中心点不在零件几何表面上，则刀具沿刀轴方向投影到零件表面上开始切削。

与其他的驱动方法相比，这种驱动方法在进行步距切削时没有一个突然的换向，生成的刀轨是一条光滑的螺旋线，非常适用于表面质量要求较高的圆形表面的加工。

练习　5

【目的】使用螺旋驱动创建刀轨，掌握螺旋驱动方法的参数设置。

本练习可参考配书光盘中的视频文件光盘\ nxcam_ video\ fixed_contour spiral *_v.exe 或按以下步骤完成。*

Step 1　打开零件

- Open→光盘\ nxcam_parts\fixed_contour\ spiral.prt。

Step 2　运行加工模块

- Start→Manufacturing。

Step 3　创建加工几何

- 单击，切换到几何视图。
- 双击 MCS_MILL，定义 MCS 与 WCS 重合。
- 安全设置选为平面，指定 ZC=10 作为安全平面，如图 6-49 所示。

- 双击 WORKPIECE，打开如图 6-50 所示的铣削几何体对话框。单击，选择图形窗口中的实体模型为被加工零件；单击，选择自动块定义毛坯；单击，选择零件材料；单击确定结束加工几何定义。

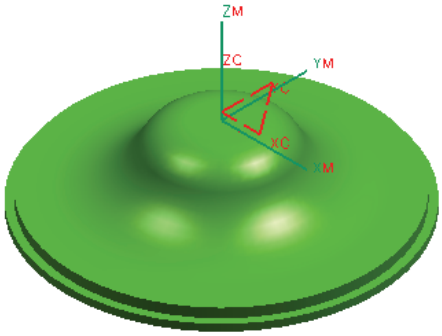


图 6-49



图 6-50

Step 4　创建刀具

- 创建球刀 R8_F，具体过程请参考加工创建章节中的相关内容。

Step 5　创建曲线驱动操作

- 单击，打开创建操作对话框，选择如图 6-51 所示的操作子类型和父节点，单击确定，打开固定轮廓铣对话框，在驱动方法中选择螺旋式，如图 6-52 所示。注意当屏幕出现改变驱动方法需要重置驱动几何体和一些参数的提示时，单击确定，打开螺旋驱动方法对话框，设置如图 6-53 所示的参数。



图 6-51



图 6-52

- 在图 6-53 中单击点构造器，选择如图 6-54 所示的圆心作为螺旋中心，单击确定。



图 6-53

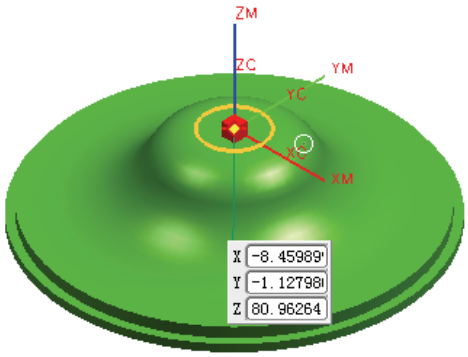


图 6-54

Step 6　生成刀轨

- 单击生成刀轨，如图 6-55 所示。
- 单击确定结束刀轨创建。

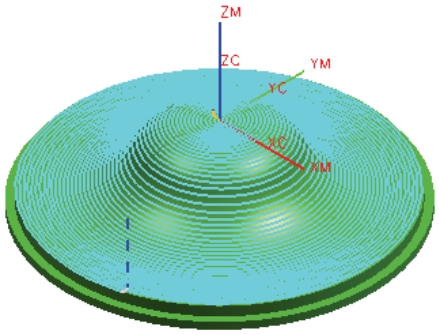


图 6-55

6.7　边界驱动

边界驱动是指通过定义边界（Boundary）和包容环（Part Containment Loop）来定义切削区域。边界可以是曲线/实体边、已创建的永久边界、点或表面边缘，边界可与零件表面的形状和尺寸无关，而包容环则必须符合零件表面的外边缘线。

边界驱动是由边界定义的切削区域内的驱动点沿刀轴方向投影到零件表面上生成刀轨。这种方法提供了丰富的走刀方式，可用于复杂曲面轮廓的精加工。一般情况下，能使用边界驱动加工的零件，使用区域驱动也可加工。

练习　6

【目的】使用边界驱动方法创建操作，掌握边界和包容环的含义及用法，同时注意刀具与包容环的 3 种关系。

本练习可参考配书光盘中的视频文件光盘\ nxcam_video\ fixed_contour boundary *_v.exe 或按以下步骤完成。*

Step 1　打开零件

- Open→光盘\ nxcam_parts\fixed_contour\ boundary.prt。

Step 2　运行加工模块

- Start→Manufacturing。

Step 3　创建加工几何

- 单击，切换到几何视图。
- 双击 MCS_MILL，定义 MCS 与 WCS 重合。
- 安全设置选为平面，指定 ZC=10 作为安全平面，如图 6-56 所示。

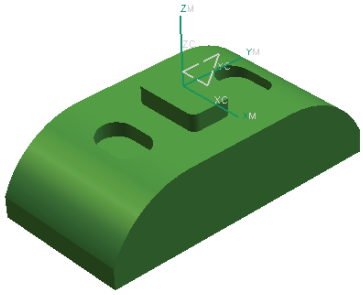


图 6-56

Step 4　创建刀具

- 创建球刀 R6_F 和 M12 刀具，具体过程请参考加工创建章节中的相关内容。

Step 5　创建边界驱动操作（1）

- 单击，打开创建操作对话框，选择如图 6-57 所示的操作子类型和父节点，单击确定，打开如图 6-58 所示的固定轮廓铣对话框，默认的驱动方法就是边界驱动。



图 6-57

- 单击，打开指定部件对话框，将过滤方式选为面，选择如图 6-59 所示的 3 个表面，单击确定。



图 6-58

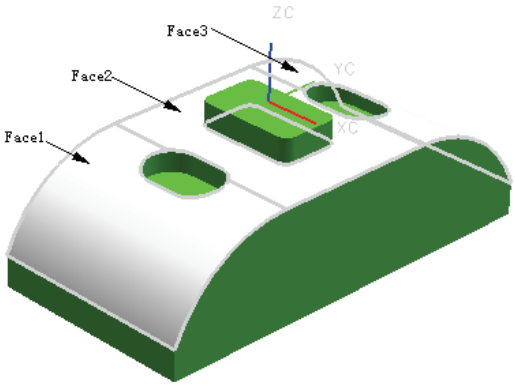


图 6-59

- 单击，打开边界驱动方法对话框，设置如图 6-60 所示的参数。



图 6-60

- 单击，打开部件空间范围对话框，设置如图 6-61 所示的参数，同时注意图 6-62 所示的刀具位置（Tool Position）选项。



图 6-61

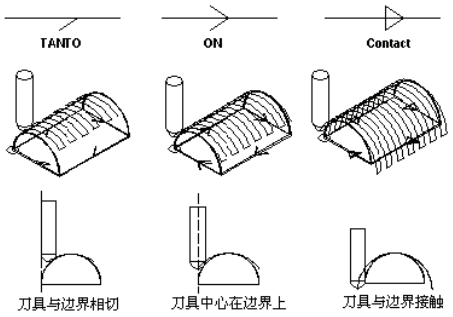


图 6-62

- 单击 >>> ，查看系统自动识别的包容环。这里要使用系统识别的所有环，所以单击一次 >>> ，选择使用此包容环选项，同时选择刀具与环的关系，如刀具与环相切、接触或刀具中心在环上，如图 6-63 所示。

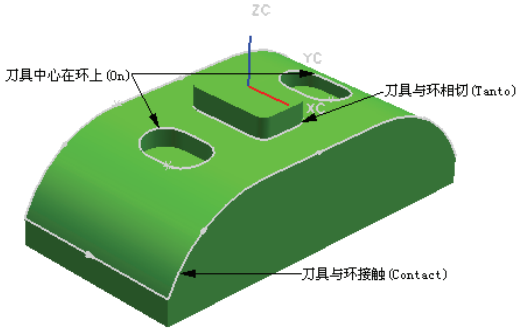


图 6-63

- 在预览选项中单击，显示如图 6-64 所示的刀轨驱动路径，注意切削角和步距的定义，单击确定。

Step 6　生成刀轨

- 单击生成刀轨，如图 6-65 所示。

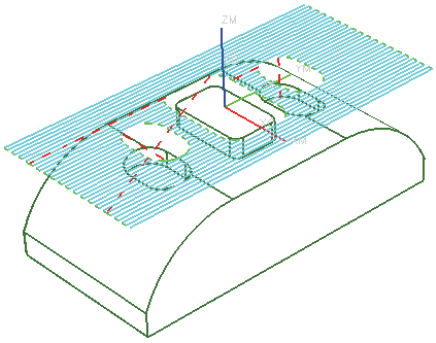


图 6-64

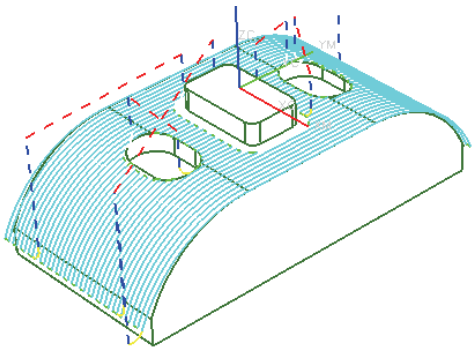


图 6-65

- 编辑刀具与最大环的关系，若将其改为相切，刀轨如图 6-66 所示，可以看到有一部分没有加工到，所以使用时应加以注意。

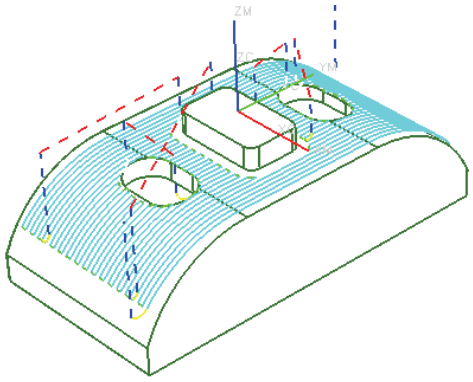


图 6-66

- 单击确定保存刀轨。

Step 7　创建边界驱动操作（2）

- 单击，选择如图 6-67 所示的操作子类型和父节点，单击确定，打开创建操作对话框。
- 单击，打开边界驱动方法对话框，设置如图 6-68 所示的参数；单击，打开边界驱动方法对话框，选择模式设为面，材料侧为外，选择如图 6-69 所示的表面，单击确定。



图 6-67



图 6-68

- 单击生成刀轨，如图 6-70 所示。
- 单击确定结束操作创建。

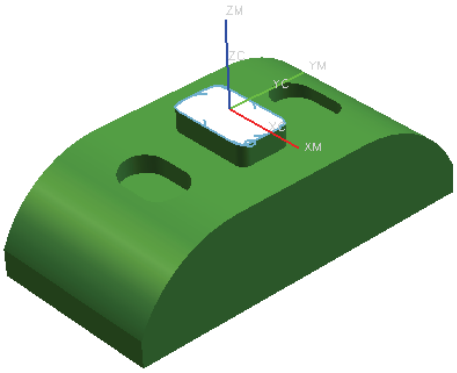


图 6-69

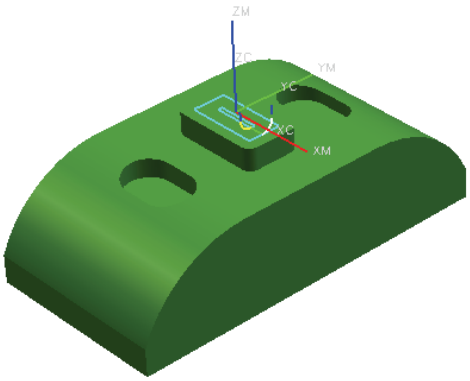


图 6-70

6.8　径向驱动

径向驱动（Radial）是指沿给定边界方向并垂直于边界生成驱动路径，一般用于清根加工。

在径向驱动生成的刀轨中，切削区宽度由带宽（Bandwidth）定义，在边界平面内测量，如图 6-71 所示。带宽由材料侧（Material Side）和相反侧（Opposite Side）组成；材料侧是边界的右手边，而相反侧则是左手边；带宽不能为零。

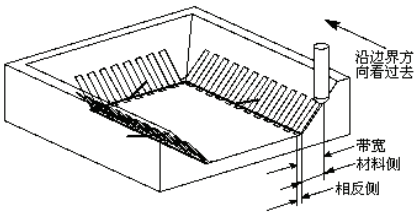


图 6-71

练习　7

【目的】使用径向驱动创建操作，掌握径向驱动参数设置。

本练习可参考配书光盘中的视频文件光盘\ nxcam_video\ fixed_contour\radial _v.exe 或按以下步骤完成。

Step 1　打开零件

- Open→光盘\ nxcam_parts\fixed_contour\ radial.prt。

Step 2　运行加工模块

- Start→Manufacturing。

Step 3　创建加工几何

- 单击，切换到几何视图。
- 双击 MCS_MILL，定义 MCS 与 WCS 重合。
- 安全设置选为平面，指定 ZC=10 作为安全平面，如图 6-72 所示。
- 双击 WORKPIECE，打开如图 6-73 所示的铣削几何体对话框。单击，选择图形窗口中的实体模型为被加工零件；单击，选择自动块定义毛坯；单击，选择零件材料；单击确定结束加工几何定义。

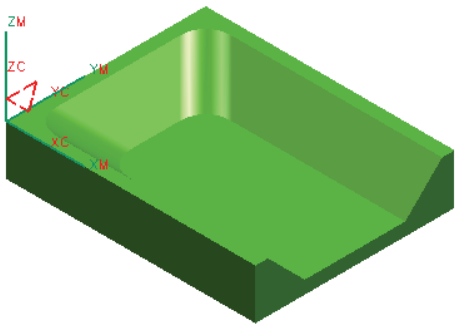


图 6-72



图 6-73

Step 4　创建刀具

- 创建球刀 M5，具体过程请参考加工创建章节中的相关内容。

Step 5　创建径向驱动操作

- 单击，选择如图 6-74 所示的操作子类型和父节点，单击确定，打开固定轮廓铣对话框，在驱动方法中选择径向切削，如图 6-75 所示。注意当屏幕出现“改变驱动方法需要重置驱动几何体和一些参数”的提示时，单击确定，打开径向切削驱动方法对话框，设置如图 6-76 所示的参数。



图 6-74



图 6-75



图 6-76

- 单击，打开边界定义对话框，单击成链，选择开放的驱动边界，如图 6-77 所示，单击确定，再单击确定结束驱动参数设置。
- 在径向驱动参数设置对话框中单击，显示如图 6-78 所示的驱动路径，单击确定。

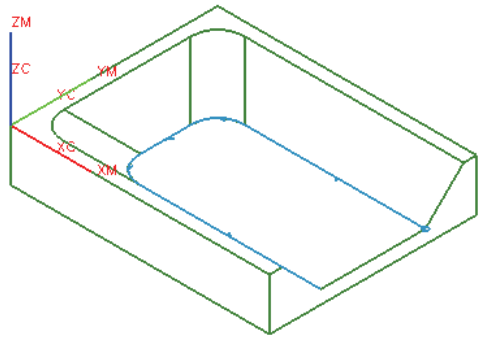


图 6-77

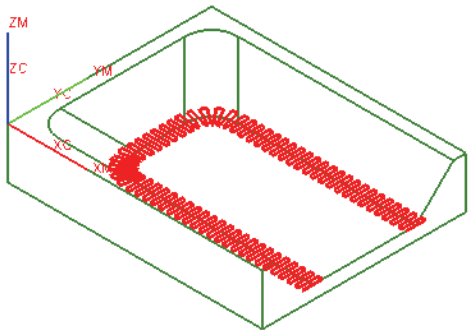


图 6-78

- 单击，生成如图 6-79 所示的刀轨，单击确定。

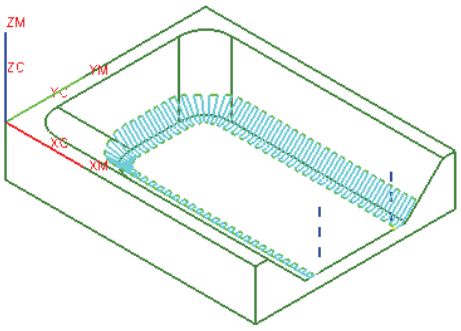


图 6-79

6.9 刀轨驱动

刀轨驱动（Tool Path）是使用一个刀具位置源文件（CLSF）中的刀轨作为驱动刀轨，在当前操作中建立一个类似的曲面轮廓铣操作时，沿已存在的刀轨生成新的刀轨驱动点，沿刀轴方向投影到加工表面上，从而生成刀轨。

练习 8

【目的】使用刀轨驱动创建操作，掌握刀轨驱动参数设置。

本练习可参考配书光盘中的视频文件光盘\nxcam_video\ fixed_contour\ toolpath_v.exe 或按以下步骤完成。

Step 1 打开零件

- Open→光盘\ nxcam \fixed_contour\toolpath.prt。

Step 2 运行加工模块

- Start→Manufacturing。

Step 3 输出刀位源文件件（CLS）

- 单击，切换到几何视图。
- 单击 MB3，选择操作 FACE_MILLING，如图 6-80 所示。



图 6-80

- 在加工操作工具条中单击，打开 CLSF 输出对话框，如图 6-81 所示，选择一种刀位源文件格式，指定刀位源文件名及路径，单击确定，输出刀位源文件。

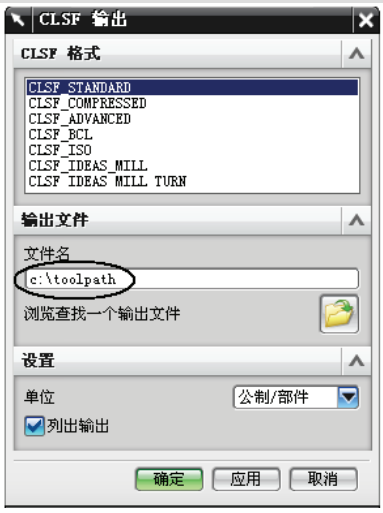


图 6-81

Step 4　创建刀具

- 创建球刀 R2_F，具体过程请参考加工创建章节中的相关内容。

Step 5　创建刀轨驱动操作

- 单击，选择如图 6-82 所示的操作子类型和父节点，单击确定打开固定轮廓铣对话框，在驱动方法中选择刀轨，当出现“改变驱动方法将重置驱动几何和一些参数”的提示对话框时，单击确定打开如图 6-83 所示的指定 CLSF 对话框，系统自动选择 toolpath.cls，单击确定，选择如图 6-84 所示的 FACE_MILLING 铣削方法，单击确定回到操作对话框中。



图 6-82

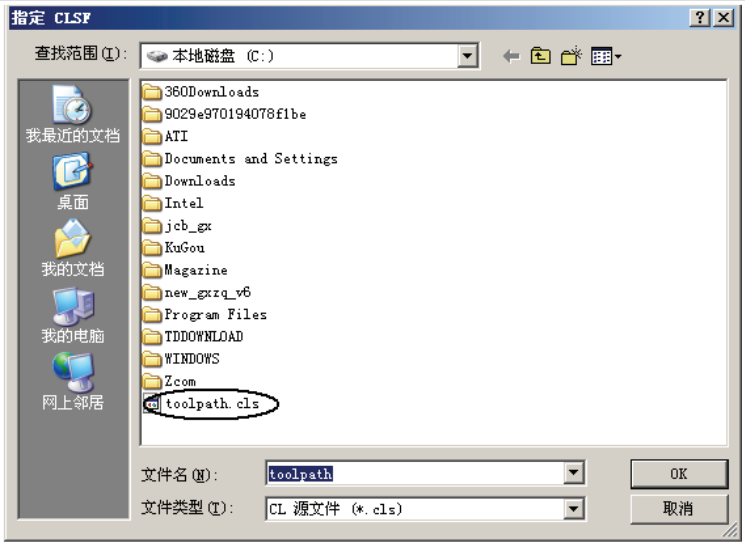


图 6-83



图 6-84

Step 6　生成刀轨

- 单击，生成如图 6-85 所示的刀轨，单击确定。

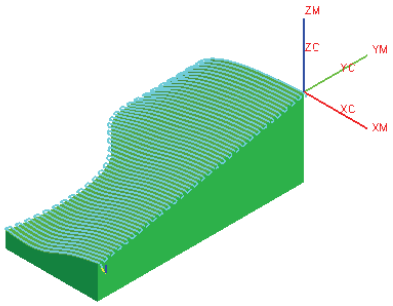


图 6-85

6.10　清根驱动

6.10.1　清根及其特点

零件在进行精加工之后，由于刀具直径或刀具圆角半径过大，从而在零件的凹角处留下一些未能加工到的区域，对于这些区域的加工一般使用直径较小的球刀进行，这就是清根，图 6-86 是清根刀轨示意图。

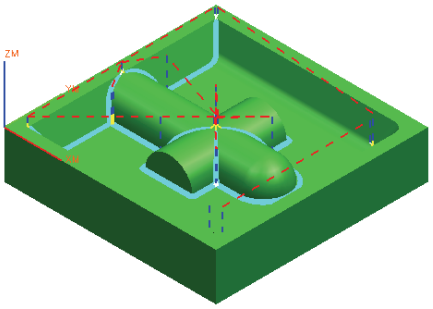


图 6-86

清根切削特点如下：

清根刀轨在指定的最大凹角（Max Concavity）确定的范围之内产生，图 6-87 是最大凹角示意图。最大凹角应根据需要定义，一般可取默认值。

清根刀轨产生的条件为刀具与曲面必须有双接触点（Bi-Tangency），如图 6-88 所示。

系统自动计算清根的方向和顺序，也可手工调整。

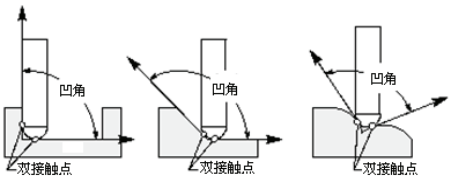


图 6-87

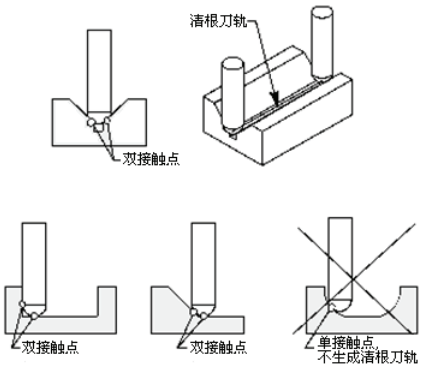


图 6-88

6.10.2　清根操作子类型

清根刀轨可使用固定曲面轮廓铣的清根驱动方法生成，也可使用专门的清根操作子类型生成，分别如图 6-89 和图 6-90 所示。



图 6-89



图 6-90

不论使用清根驱动方法，还是使用清根操作子类型生成清根刀轨，其走刀方式只有以下 4 种：

FLOWCUT_SINGLE：生成单一清根刀轨。

FLOWCUT_MULTIPLE：生成多条清根刀轨。

FLOWCUT_REF_TOOL：根据指定的参考刀具生成清根刀轨。在大多数情况下，采用这种方式清根。

FLOWCUT_ SMOOTH：生成多条光顺清根刀轨。

6.10.3 清根操作参数

尽管有多种清根方式，但其参数设置对话框基本相似，如图 6-91 所示。



图 6-91

1．陡峭包容（Steep Containment）

陡峭包容可以把清根刀轨分为陡峭部分和非陡峭部分，这样就可以分别给它们指定切削方向，图 6-92 是从高到低和从低到高切削示意图。

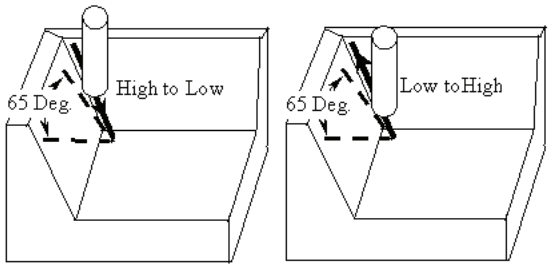


图 6-92

2．最大凹角（Max Concavity）

指定最大清根凹角，最大值为 179°，一般情况下均取默认的最大值。清根在最大凹角以内的区域生成，若超出此值，将不生成清根刀轨。

3．最小切削长度（Min Cut Length）

指定生成清根切削的最小长度，若小于此值，将不生成清根刀轨。指定此值，将消除在圆角交线处产生的多余清根刀轨。

4．连接间隙距离（Ho 确定 up Distance）

指定连接两段刀轨之间的间隙值。如果两段刀轨之间的间隙值小于等于指定的连接间隙距离，则系统会自动把断开的刀轨连接起来，以消除不连续的刀轨。

5．参考刀具（Reference Tool）

参考刀具是在清根前一次操作中使用的刀具，此刀具直径的大小决定了清根切削的范围，即在参考刀具与两侧面的接触点/线之内生成清根刀轨，如图 6-93 所示。

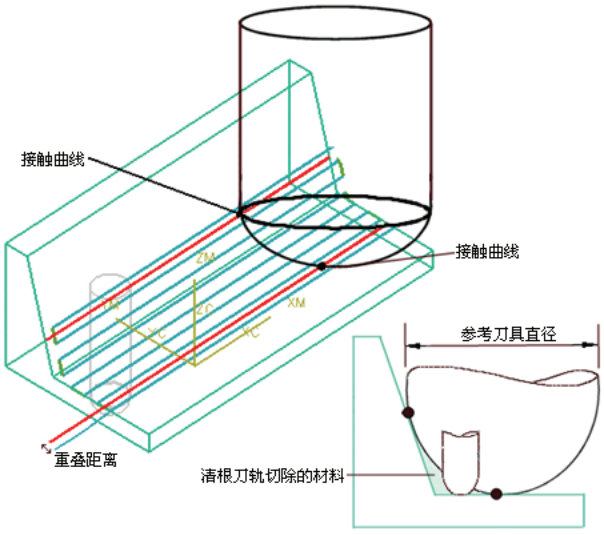


图 6-93

6．重叠距离（Overlap Distance）

重叠距离用于延伸清根区域宽度，仅用于使用参考刀具（Reference Tool Offsets）清根方式。指定此值，切削区域将沿相切面延伸，如图 6-93 所示。

练习　9

【目的】创建清根操作，掌握清根参数设置。

本练习可参考配书光盘中的视频文件光盘\ nxcam_video\ fixed_contour\flowcut_v.exe 或按以下步骤完成。

Step 1　打开零件

- Open→光盘\ nxcam_parts \fixed_contour\ flowcut.prt。

Step 2　运行加工模块

- Start→Manufacturing。

Step 3　创建加工几何

- 单击，切换到几何视图。
- 双击 MCS_MILL，定义 MCS 与 WCS 重合。
- 安全设置选为平面，指定 ZC=10 作为安全平面，如图 6-94 所示。

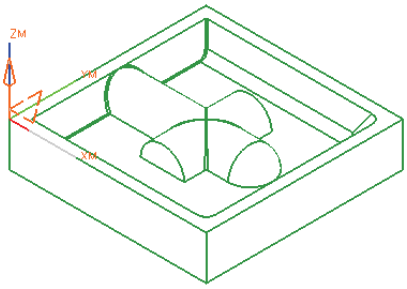


图 6-94

- 双击 WORKPIECE，打开如图 6-95 所示的铣削几何体对话框。单击，选择图形窗口中的实体模型为被加工零件；单击，选择自动块定义毛坯；单击，选择零件材料；单击确定结束加工几何定义。



图 6-95

Step 4　创建刀具

- 创建球刀 R2_F，具体过程请参考加工创建章节中的相关内容。

Step 5　创建清根操作

- 单击，选择如图 6-96 所示的操作子类型和父节点，单击确定，设置如图 6-97 所示的操作参数。



图 6-96



图 6-97

Step 6　生成刀轨

- 单击，生成如图 6-98 所示的清根刀轨，单击确定保存。

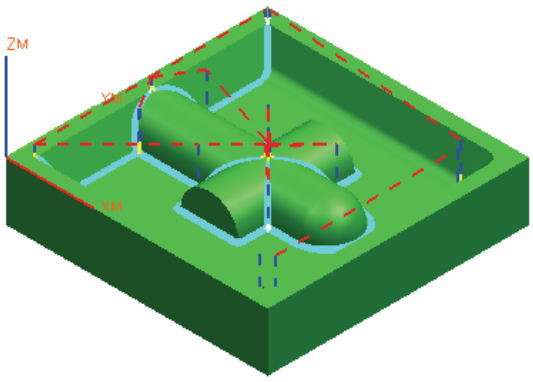


图 6-98

6.11 流线驱动

流线驱动（Streamline）是一种新的驱动方法，它使用被选择的曲线、边、点及曲面等加工几何构建隐式驱动曲面，从而创建灵活多变的刀轨。

练习 10

【目的】使用流线驱动创建操作，掌握流线驱动参数设置。

本练习可参考配书光盘中的视频文件光盘\ nxcam_video\ fixed_contour\streamline _v.exe 或按以下步骤完成。

Step 1 打开零件

- Open→光盘\nxcam_parts\fixed_contour\ streamline.prt。

Step 2 运行加工模块

- Start→Manufacturing。

Step 3 创建加工几何

- 单击，切换到几何视图。
- 双击 MCS_MILL，定义 MCS 与 WCS 重合。
- 安全设置选为平面，指定 ZC=10 作为安全平面，如图 6-99 所示。
- 双击 WORKPIECE，打开如图 6-100 所示的铣削几何体对话框。单击，选择图形窗口中的实体模型为被加工零件；单击，选择自动块定义毛坯；单击，选择零件材料；单击确定结束加工几何定义。

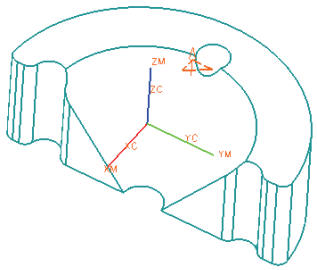


图 6-99



图 6-100

Step 4 创建刀具

- 创建球刀 R3_F，具体过程请参考加工创建章节中的相关内容。

Step 5 创建流线驱动操作

- 单击，选择如图 6-101 所示的操作子类型和父节点，单击确定，如图 6-102 所示。



图 6-101



图 6-102

- 单击，打开流线驱动方法对话框，选择如图 6-103 所示的流曲线和交叉曲线，并设置如图 6-104 所示的驱动参数，单击确定。

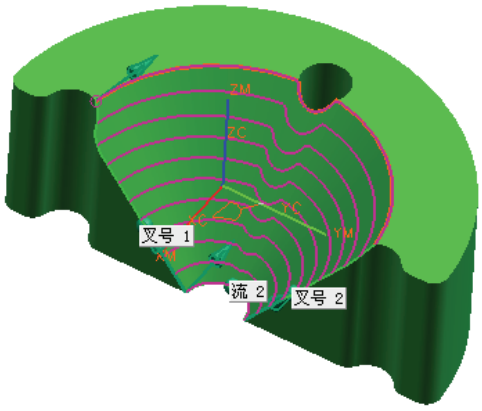


图 6-103

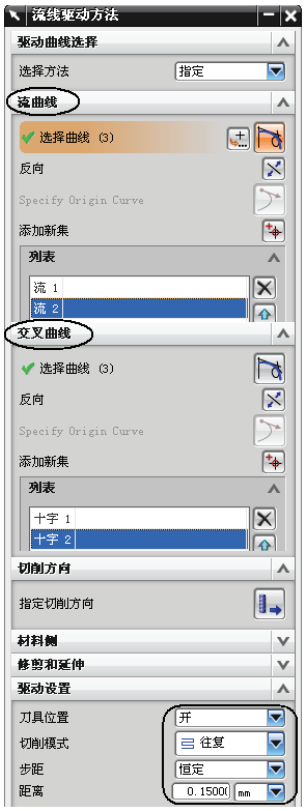


图 6-104

Step 6　生成刀轨

- 单击，生成如图 6-105 所示的刀轨，单击确定保存。

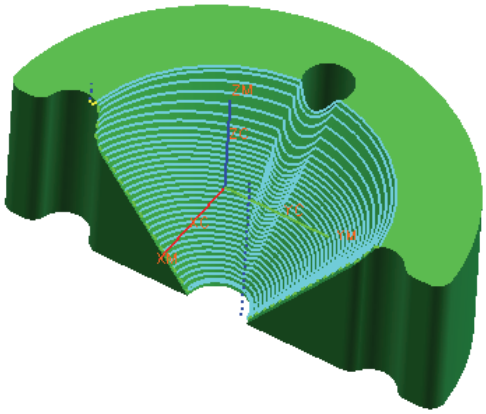


图 6-105

6.12　3D 轮廓加工

3D 轮廓用于加工 3D 边的轮廓，刀具沿边运动，但刀尖不受零件曲面控制，主要用于轮廓的清根加工。

练习　11

【目的】学习创建 3D 轮廓加工操作及其参数设置。

本练习可参考配书光盘中的视频文件光盘\ nxcam_video\ fixed_contour\3d_profile *_v.exe 或按以下步骤完成。*

Step 1　打开零件

- Open→光盘\ nxcam_parts \fixed_contour\ 3d_profile.prt。

Step 2　运行加工模块

- Start→Manufacturing。

Step 3　创建加工几何

- 单击，切换到几何视图。
- 双击 MCS_MILL，定义 MCS 与 WCS 重合。
- 安全设置选为平面，指定 ZC=10 作为安全平面，如图 6-106 所示。
- 双击 WORKPIECE，打开如图 6-107 所示的铣削几何体对话框。单击，选择图形窗口中的实体模型为被加工零件；单击，选择自动块定义毛坯；单击，选择零件材料；单击确定结束加工几何定义。

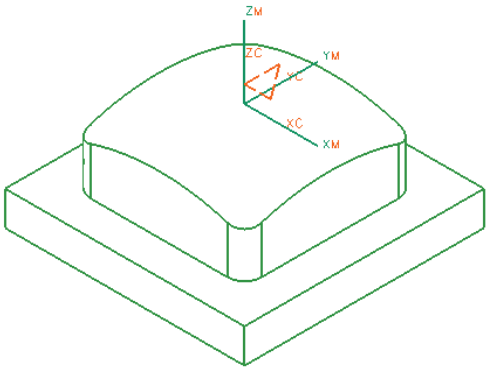


图 6-106



图 6-107

Step 4　创建刀具

- 创建球刀 M5，具体过程请参考加工创建章节中的相关内容。

Step 5　创建 3D 轮廓加工操作

- 单击，选择如图 6-108 所示的操作子类型和父节点，单击确定，打开如图 6-109 所示的轮廓 3D 对话框，设置 *z* 深度偏置为 5。



图 6-108



图 6-109

- 单击，打开创建边界对话框，设置如图 6-110 所示的参数，平面选择用户定义方法指定 Z=0 为边界平面，单击确定。
- 选择图 6-111 所示的轮廓边，单击确定，创建如图 6-112 所示的边界，单击确定。



图 6-110

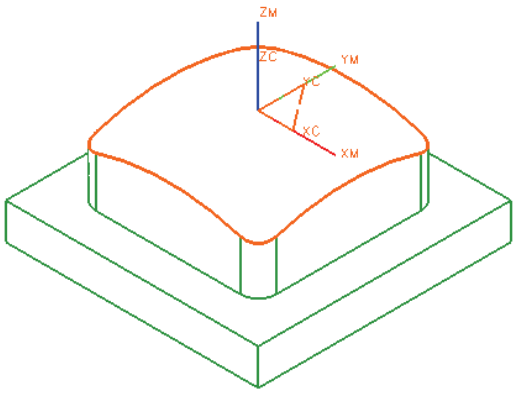


图 6-111

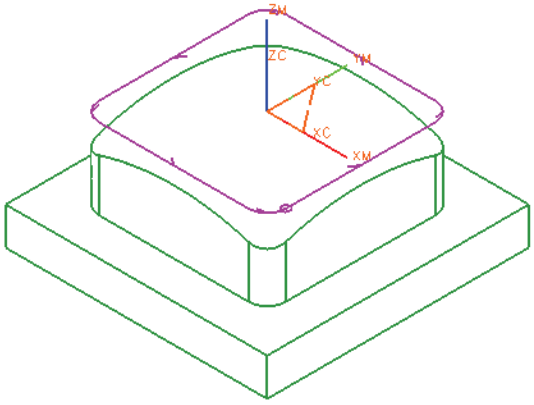


图 6-112

Step 6　生成刀轨

- 单击生成刀轨，如图 6-113 所示，单击确定。

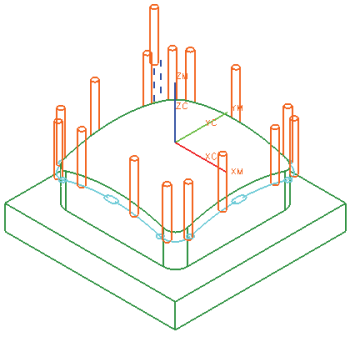


图 6-113

6.13　刻字

在曲面上刻字有两种方法，一是使用固定轴曲面轮廓铣的文字驱动方式（Text Drive Method），如图 6-114 所示；二是直接使用如图 6-115 所示的刻字功能。两者用法基本相同，都需要先书写文字（英文或汉字字符），再创建刻字操作，注意刻字深度（Text Depth）不能大于刀具半径。



图 6-114



图 6-115

练习　12

【目的】使用文本驱动或文本操作子类型创建刻字操作，注意刻字深度不能大于刀具半径。

本练习可参考配书光盘中的视频文件光盘\ nxcam_video\ fixed_contour text *_v.exe 或按以下步骤完成。*

Step 1　打开零件

- Open→光盘\ nxcam_parts \fixed_contour\ text.prt。

Step 2　书写字雕刻字符

- 如图 6-116 所示，在开始菜单中选择制图进入此模块，当出现图纸设置对话框时，单击取消。
- 单击，打开注释编辑器，设置如图 6-117 所示的格式，并在光标位置输入数控铣。

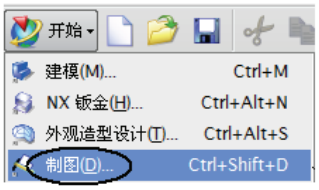


图 6-116

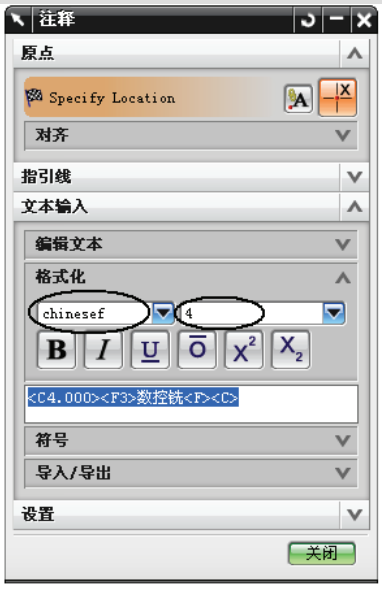


图 6-117

- 移动鼠标，单击 MB1 放置文字，如图 6-118 所示。

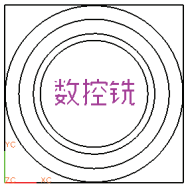


图 6-118

若文字没有放置在理想位置上，选择文字，按住 MB1 不放拖动文字到理想位置上，单击 MB1 放置。

Step 3　运行加工模块

- Start→Manufacturing。

Step 4　定义工件

- 单击切换到几何视图。
- 双击 WORKPIECE，定义模型窗口中的实体为 Part，单击确定。

Step 5　创建刀具

- 创建球刀 D3R1.5mm，过程略。

Step 6　创建刻字操作

- 单击，选择如图 6-119 所示的操作子类型和父节点。
- 在图 6-119 中单击确定，打开如图 6-120 所示的轮廓文本对话框。



图 6-119



图 6-120

- 单击A，选择文字“数控铣”，单击确定。
- 在文本深度栏中输入 0.3，如图 6-120 所示。

Step 7　生成刀轨

- 单击生成刀轨，如图 6-121 所示。

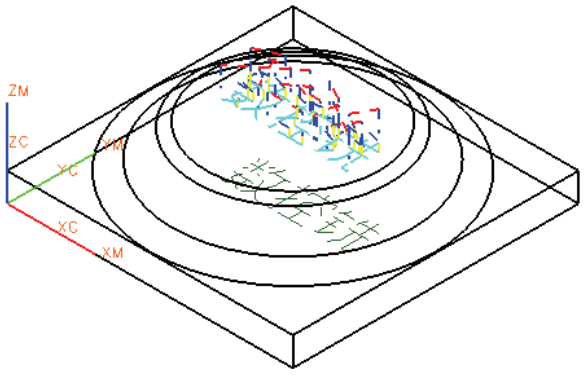


图 6-121

Step 8　刀轨验证

- 单击验证刀轨，结果如图 6-122 和图 6-123 所示。

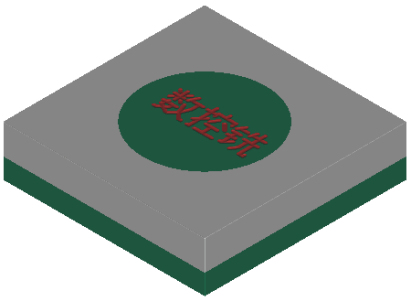


图 6-122

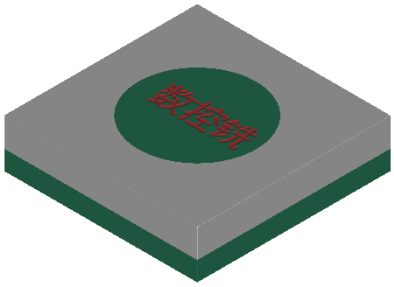


图 6-123

第 7 章　平面铣

主要内容

- 平面铣特点
- 平面铣操作子类型
- 边界及其创建
- 切深定义
- 面铣

7.1　平面铣特点

平面铣泛指有关平面的粗加工、半精加工、精加工以及在平表面上雕刻图案字符，其主要特点如下：

- 平面铣用于加工由平面和与之相垂直的侧面构成的零件，图 7-1 是一个典型的可使用平面铣加工的例子。

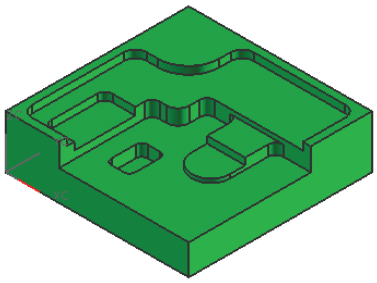


图 7-1

- 平面铣使用边界定义切削范围，图 7-2 是已创建的边界示意图。

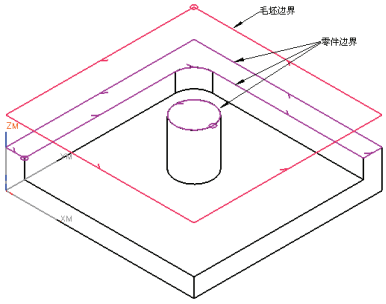


图 7-2

- 平面铣分层切削，每个切削层都与刀具轴线垂直，图 7-3 是平面铣分层切削刀轨示意图。

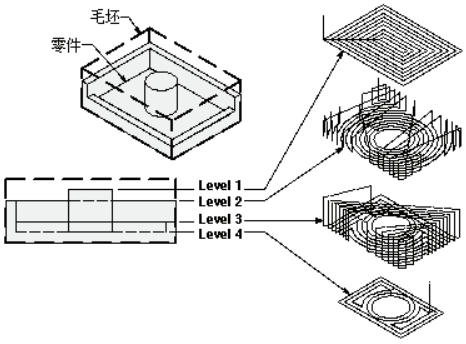


图 7-3

7.2 平面铣操作子类型

平面铣操作子类型如图 7-4 所示，每一种操作子类型都有其特点和用法，用户可根据以下介绍零件的加工要求，选择一种较为合适的操作子类型。如果这些操作子类型不能满足使用要求，用户还可以根据自己的加工特点，创建新的操作子类型。



图 7-4

FACE_MILLING_AREA：面铣，与 FACE_MILLING 相比，可以指定切削区域（Cut Area）和侧壁几何（Wall Geometry）。如果对侧壁有不同的加工要求，可以使用此操作子类型。

FACE_MILLING：面铣，指定平表面作为加工几何，比平面铣（PLANAR_MILL）子类型加工平表面更为简单，图 7-5 是面铣刀轨实例。

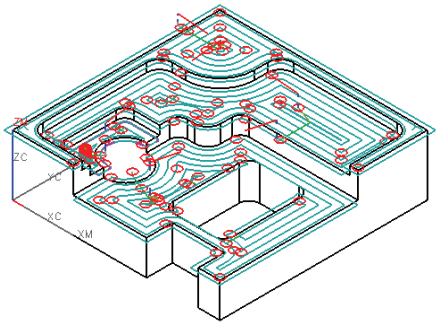


图 7-5

FACE_MILLING_MANUAL：手工面铣操作方式，可在一个操作中手工定义多种走刀方式，用于加工轮廓形状复杂的平表面。

PLANAR_MILL：平面铣操作基本形式，其他平面铣操作子类型可以理解为此种形式的特例。

PLANAR_PROFILE：轮廓加工，没有切削方法选择，只用于竖直面轮廓加工，图 7-6 是轮廓铣削实例。

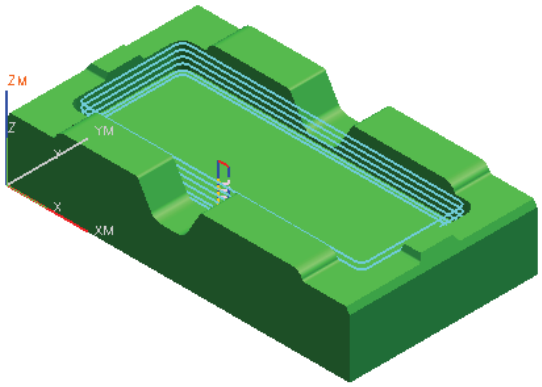


图 7-6

ROUGH_FOLLOW：平面铣粗加工，其默认的切削方式为跟随零件走刀（Follow Part），主要用于挖腔粗加工。

ROUGH_ZIGZAG：往复式走刀，其默认的切削方式为往复式走刀（ZigZag），可用于挖槽粗加工或铣平面。

ROUGH_ZIG：单向走刀，其默认的切削方式为单向带轮廓走刀（Zig with Contour），可保持单纯的顺铣或逆铣加工，主要用于精加工。

CLEANUP_CORNERS：清理拐角，其默认的切削方式为跟随零件走刀（Follow Part），使用此操作子类型可清理内拐角的残余材料。

FINISH_WALLS：侧壁精加工，其默认的切削方式为轮廓走刀（Profile），主要用于侧壁精加工。

FINISH_FLOOR：底面精加工，其默认的切削方式为跟随零件走刀（Follow Part），主要用于平表面的精加工。

THREAD_MILLING：螺纹加工，当螺纹直径大于 1 英寸时，通常使用此方法加工。

PLANAR_TEXT：刻字，在平表面上雕刻字符，包括英文字母、汉字及其他特殊字符。

MILL_CONTROL：机床控制，用于创建机床控制操作，添加后处理命令，如换刀、主轴开关、切削液开关以及夹具夹紧松开等。

MIL_USER：用户自定义铣削方式。

7.3 创建平面铣操作步骤

创建平面铣操作的步骤如图 7-7 所示，主要内容包括编辑/创建父节点、创建操作（选择操作子类型和指定父节点）、设置操作参数以及生成和验证刀轨。

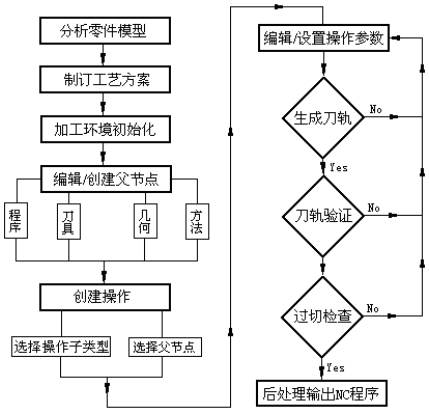


图 7-7

7.4 边界及其创建

边界是平面曲线（串）。在平面铣中，边界是必须定义的几何体，因为边界决定加工范围。

7.4.1 边界及其特点

在平面铣中，边界可用点（Points）、曲线（Curves）、边（Edges）或平表面（Faces）来定义，具有以下特点：

- 边界可以是封闭的，也可以是开放的，如图 7-8 所示。
- 边界有开始端。
- 边界有方向性。
- 边界的每一段轮廓称为一个边界成员。
- 边界包含刀具的定位方式，即与刀具相切或刀具的中心在边界上。
- 边界需要指定材料侧。对于封闭边界，材料侧在边界的里边或外边；对于开放边界，材料侧则在边界的左边或右边。
- 边界应定义在材料的顶部，以确定零件几何或毛坯几何。
- 边界分为永久边界与临时边界。

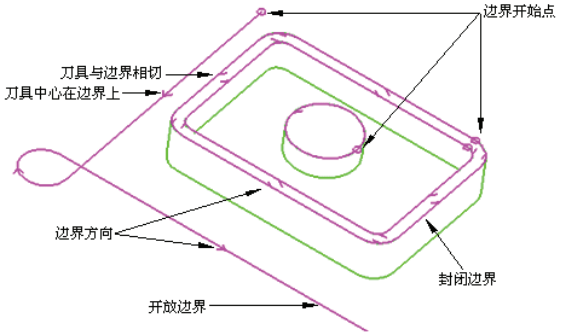


图 7-8

7.4.2　边界类型

如图 7-9 所示，边界分为部件边界、毛坯边界、检查边界和修剪边界。



图 7-9

Part Boundary：部件边界，定义被保留材料的边界，如图 7-10 所示。

Blank Boundary：毛坯边界，定义被切削的材料的边界，如图 7-10 所示。

Check Boundary：检查边界，定义刀具必须避让的边界，即不能切入的边界，如夹具等，如图 7-10 所示。

Trim Boundary：指定修剪边界，定义要被删除或被保留的刀轨范围，如某一区域的刀轨要删除，可以定义修剪边界将其删除，图 7-11 和图 7-12 是利用修剪边界删除刀轨的实例。

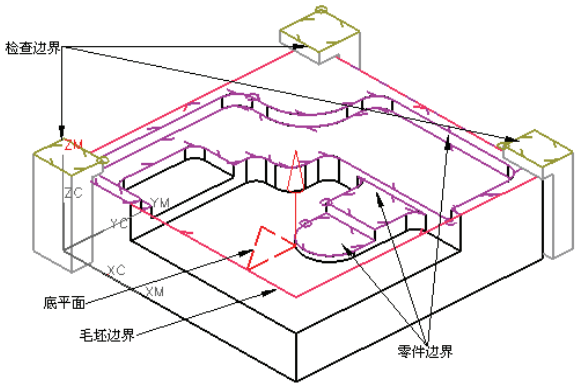


图 7-10

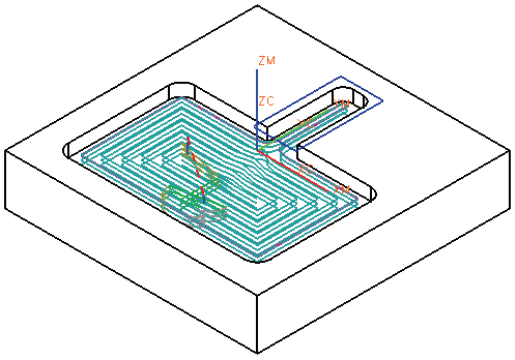


图 7-11

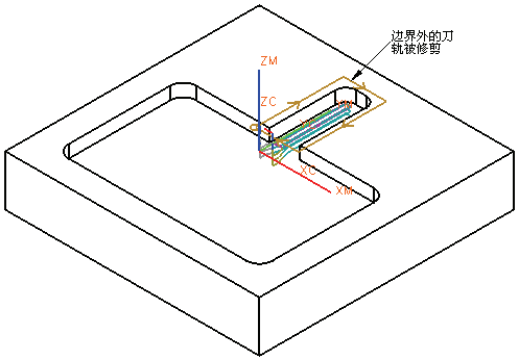


图 7-12

7.4.3 永久边界及其创建

1. 永久边界

永久边界使用 Tool→Boundary 定义，只能由曲线和边构成。永久边界具有如下特点：

- 永久边界与其创建的父几何体完全相关，即当父几何体变化时，永久边界会随之变化。
- 永久边界一旦创建，始终以边界形式显示，虽然不能被编辑，但可以删除。
- 永久边界的优点是不但可以被重复使用，还可以防止重复选择相同的几何体。

2. 创建永久边界

在主菜单中选择 Tools→Boundary，打开图 7-13 所示的对话框。



图 7-13

在图 7-13 中单击创建（Create），打开如图 7-14 所示的创建边界对话框。在指定刀具位置（Tool Position）、边界平面（Boundary Plane）及边界类型（Boundary Type）后，再选择边或曲线，单击确定即可创建永久边界，其名称由系统自动给定，如 B1、B2 等。在创建永久边界时，若不指定边界平面，系统则默认在 *XC-YC* 平面内生成永久边界。



图 7-14

7.4.4　临时边界及其创建

1. 临时边界及其特点

临时边界是指在平面铣操作对话框中或在创建边界几何对话框中定义的边界，临时边界作为临时实体显示在屏幕上。当屏幕刷新时，临时边界消失，当需要显示时，单击边界显示按钮即可显示。临时边界具有以下特点：

- 临时边界可由点、曲线、边、平面或永久边界来生成，与其创建的父几何体完全相关。父几何体的任何改变都将导致临时边界的更新，以反映父几何体的变化。
- 临时边界可以被编辑。
- 当临时边界由永久边界创建时，临时边界与创建永久边界的曲线或边相关，而与永久边界没有相关性。如果永久边界被删除，将不会影响临时边界的存在。

2. 创建临时边界

创建临时边界有两种方法，分别如图 7-15 和图 7-16 所示。它们的不同之处在于：前者定义的边界几何可以被多个操作共享使用，但不能定义边界的公差、余量、切削速度等参数，而后者定义的边界只用于所在的操作中，同时可以定义边界的公差、余量、切削速度等。



图 7-15



图 7-16

Floor：底平面，定义刀具可切削到的最低平面。

7.4.5 边界创建小结

如图 7-17 所示，不论使用哪一种方法，定义的边界不是封闭的就是开放的，而材料侧不是在边界的里边，就是在边界的外边，或者不是在边界的左边，就是在边界的右边。

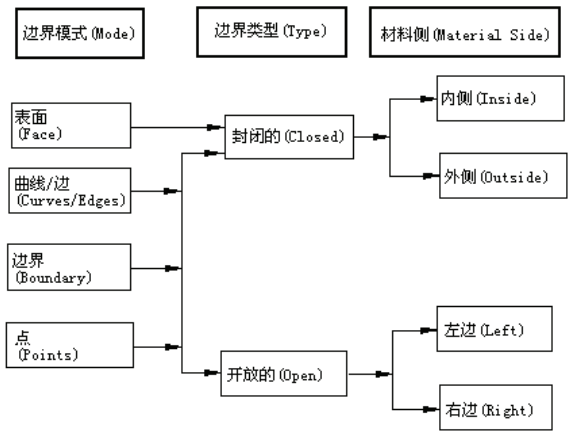


图 7-17

练习 1

【目的】学习永久边界创建。

本练习可参考配书光盘中的视频文件光盘\nxcam_video\ planar\create_bnd_1_v.exe 或按以下步骤完成。

Step 1 打开零件

- Open→光盘\nxcam_parts\planar\create_bnd_1.prt。

Step 2 运行加工模块

- Start→Manufacturing。

Step 3 创建永久边界

- 选择如图 7-18 所示的创建边界菜单，打开边界管理器对话框，如图 7-19 所示。

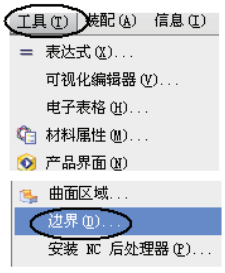


图 7-18



图 7-19

- 在图 7-19 中单击创建按钮，显示如图 7-20 所示的对话框。
- 在图 7-20 中单击边界平面 Boundary Plane-XC-YC，打开平面对话框，如图 7-21 所示。



图 7-20

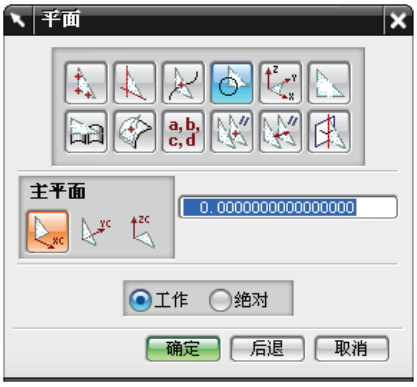


图 7-21

- 在图 7-21 中单击对象平面，选择模型中的圆柱端面，定义其为边界平面，如图 7-22 所示。
- 选择如图 7-22 所示的 4 条边，Edge1、Edge2、Edge3 和 Edge4，单击确认两次，创建如图 7-23 所示的永久边界。

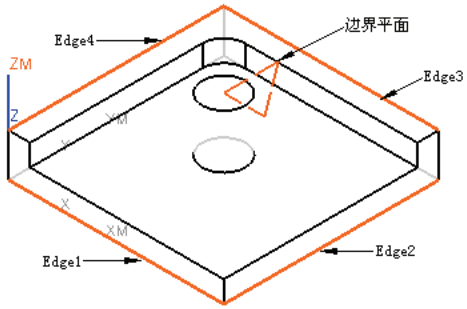


图 7-22

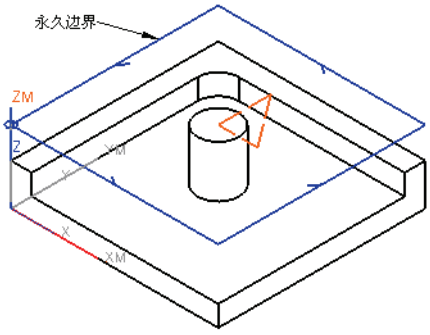


图 7-23

练习　2

【目的】学习临时边界创建，掌握毛坯边界的定义方法。

本练习可参考配书光盘中的视频文件光盘\nxcam_video planar*\create_bnd_2_v.exe 或以下步骤完成。*

Step 1　打开零件

- Open→光盘\nxcam_parts\planar\create_bnd_2.prt。

Step 2　运行加工模块

- Start→Manufacturing。

Step 3　定义工件

- 双击 WORKPIECE，打开工件定义对话框。单击，选择图形窗口中的实体模型为 Part，单击确定结束加工几何定义。

Step 4　创建零件边界

- 单击，打开创建几何体对话框，选择如图 7-24 所示的参数。
- 在图 7-24 中单击确定，打开如图 7-25 所示的铣削边界对话框。



图 7-24



图 7-25

- 在图 7-25 中单击，打开部件边界对话框，过滤类型选择平面，材料侧为内部，如图 7-26 所示。



图 7-26

- 选择如图 7-27 所示的平表面。选择 Face1 时，先在图 7-26 所示的对话框中设置忽略倒斜角；选择 Face2 时，先在图 7-26 所示的对话框中，取消忽略岛。

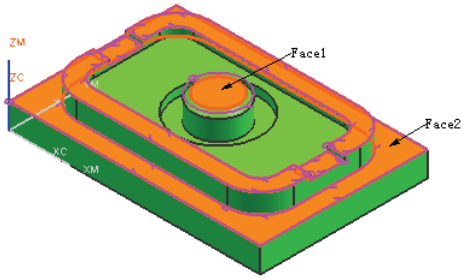


图 7-27

- 在图 7-26 中单击确定，创建如图 7-28 所示的零件边界。

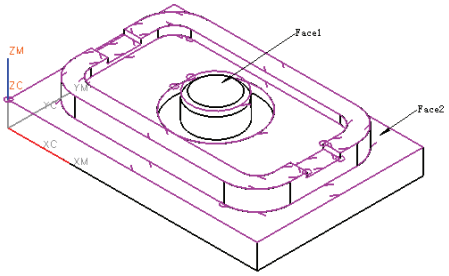


图 7-28

Step 5　创建毛坯边界

- 在图 7-25 中单击，打开毛坯边界对话框，设置如图 7-29 所示的参数。当边界平面选择手工时，打开如图 7-30 所示的对话框。



图 7-29



图 7-30

- 在图 7-30 中单击，选择模型中的圆柱端面，定义其为毛坯边界平面，如图 7-31 所示。
- 选择如图 7-31 所示的 4 条边，单击确定，生成如图 7-32 所示的毛坯边界，单击确认。

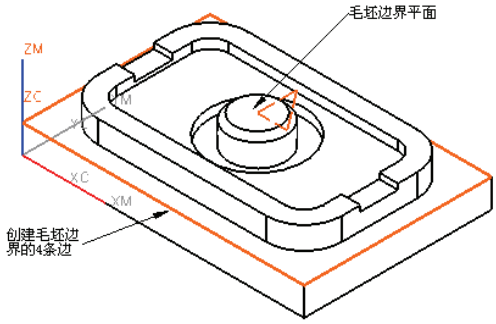


图 7-31

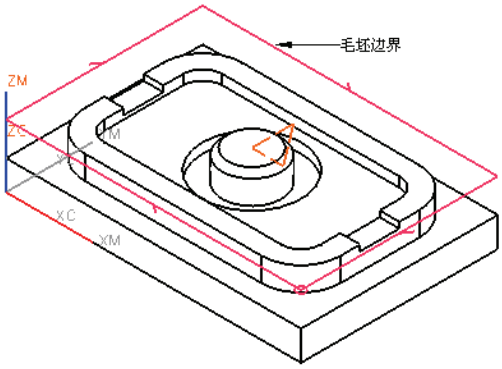


图 7-32

- 在创建边界对话框中单击确认，则生成如图 7-33 所示的边界几何。



图 7-33

练习 3

【目的】体会创建平面铣粗加工操作的思路，区分与型腔铣的异同。

本练习可参考配书光盘中的视频文件光盘\nxcam_video\ planar\pln_milling_1_v.exe 或按以下步骤完成。

Step 1 打开零件

- Open→光盘\nxcam_parts\planar\pln_milling_1.prt。

Step 2 运行加工模块

- Start→Manufacturing。

Step 3 创建加工几何

- 单击，切换到几何视图，单击，显示如图 7-34 所示的对话框。

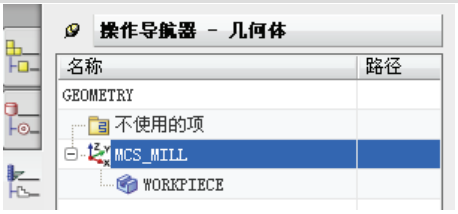


图 7-34

- 双击 MCS_MILL，打开加工坐标系定义对话框，定义 MCS 与 WCS 重合。
- 安全设置选为平面，指定 ZC=10 作为安全平面，如图 7-35 所示，单击确定。

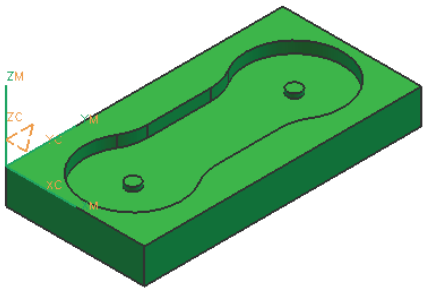


图 7-35

- 双击 WORKPIECE，打开如图 7-36 所示的铣削几何体对话框。单击，选择图形窗口中的实体模型为被加工零件；单击，选择自动块定义毛坯，单击选择零件材料，单击确定结束加工几何定义。



图 7-36

Step 4　创建边界和底平面

- 单击，打开创建几何体对话框，选择如图 7-37 所示的参数。
- 在图 7-37 中单击确定，打开如图 7-37 所示的铣削边界对话框。



图 7-37



图 7-38

- 在图 7-38 中单击，选择如图 7-39 所示的 3 个平表面，注意材料侧为内部。

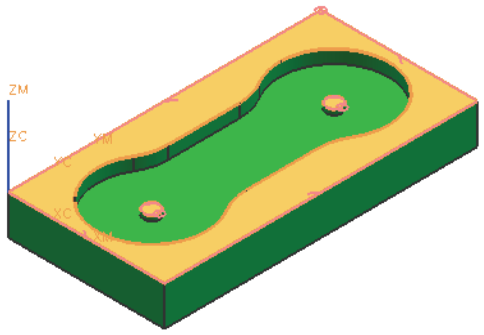


图 7-39

- 在图 7-38 中单击，选择如图 7-40 所示的底平面并确认。

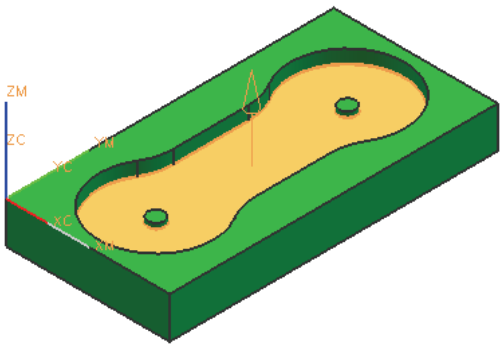


图 7-40

- 单击切换到几何视图，单击，显示如图 7-41 所示的已定义的边界几何。

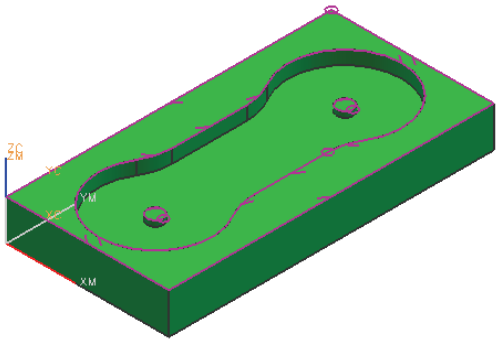


图 7-41

Step 5　创建刀具

- 单击，创建 B16R0.8 立铣刀，具体过程请参考加工创建章节中的相关内容。

Step 6　创建粗加工操作

- 单击，选择如图 7-42 所示的操作子类型和父节点，单击确定，设置如图 7-43 所示的参数。



图 7-42



图 7-43

Step 7　设置切削深度

- 单击，设置如图 7-44 所示的切削深度，其他参数使用默认值，单击确定。

Step 8　设置切削参数

- 单击，设置如图 7-45 所示的切削参数，单击确定。



图 7-44

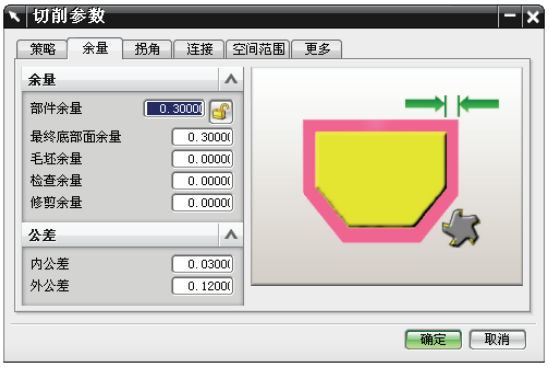


图 7-45

Step 9　设置非切削移动参数

- 单击，设置如图 7-46 所示的非切削移动参数，单击确定。

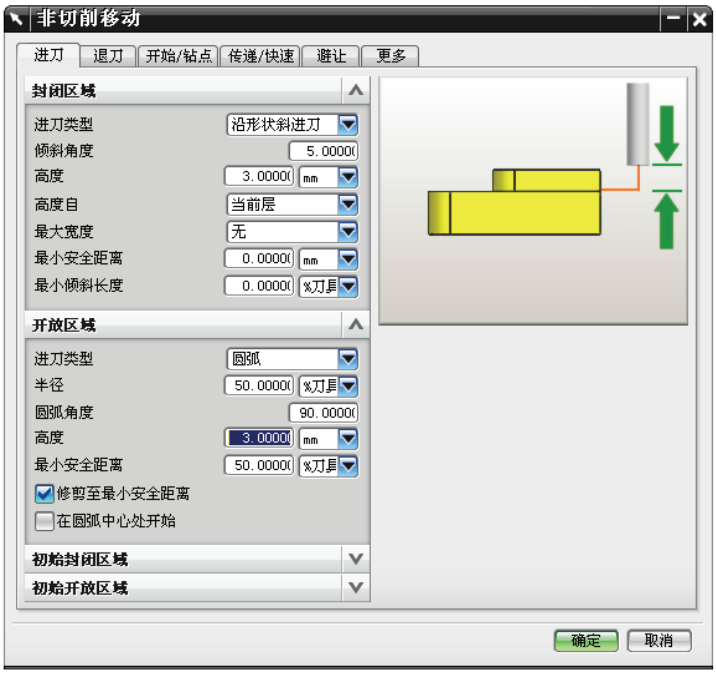


图 7-46

Step 10　生成刀轨

- 单击，生成如图 7-47 所示的刀轨。
- 单击验证刀轨，加工结果如图 7-48 所示，单击确定完成操作创建。

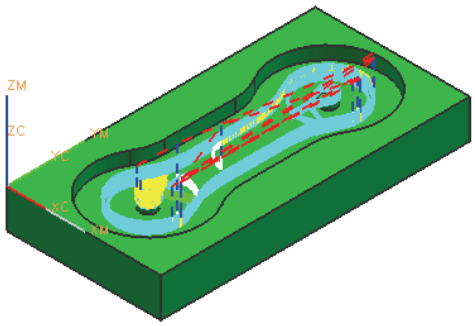


图 7-47

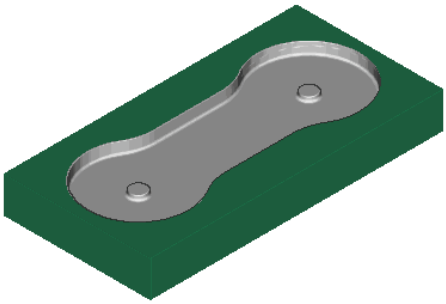


图 7-48

Step 11　保存操作

- 单击，保存模型文件即保存已创建的操作。

7.5　切深定义

切削深度（*Cut Depths*）用于定义每一切削层的切削深度。该深度由岛屿顶面、底平面或输入的值来定义。在操作参数设置对话框中单击，打开如图 7-49 所示的切削深度参数对话框。

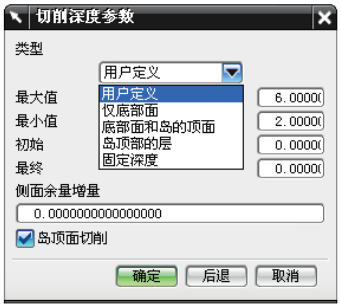


图 7-49

1．用户定义切深（User Defined）

用户定义切削深度时，可输入最大切深、最小切深、初始切深或最后一刀切深。当毛坯不平整时，可定义较小的初始切深；如果最终切深大于零，则至少产生两层刀轨，如果最大切深 Maximum=0，则只在底平面生成刀轨。

最大切深和最小切深确定了切削深度范围，系统尽量使用接近最大切深的数值来创建切削层，如图 7-50 所示。

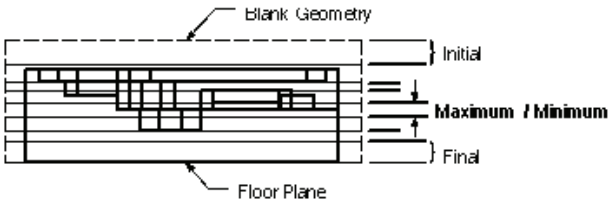


图 7-50

2．底面切削（Floor Only）

底面切削，只在底平面上创建唯一的切削层。

3．在底平面与岛屿顶面切削（Floor & Island Tops）

在底平面与岛屿顶面创建切削层，此时岛屿顶面的切削区域不会超出定义岛屿的边界，主要用于半精加工或精加工底面和岛屿顶面，图 7-51 是切削实例。

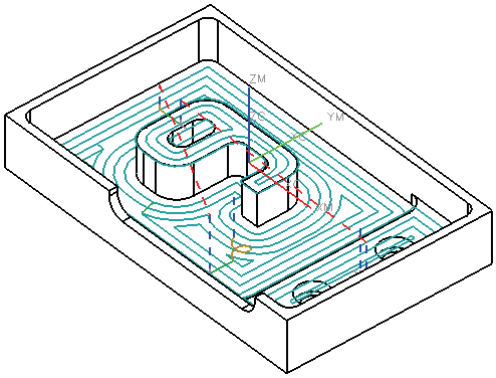


图 7-51

4．在每一个岛屿顶面和底面切削（Levels At Island Tops）

在每一个岛屿顶面和底平面创建切削层，但切削范围不限定在岛屿顶面的边界内。例如在图 7-52 中，共有两个岛屿和一个底平面，若选择在每一个岛屿顶面和底面切削，则分别在两个岛屿顶面和一个底平面生成刀轨，并且在每一个岛屿顶面的切削层加工整个型腔，图 7-53 是刀轨示意图。

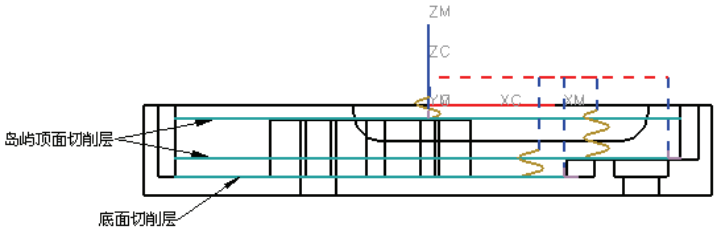


图 7-52

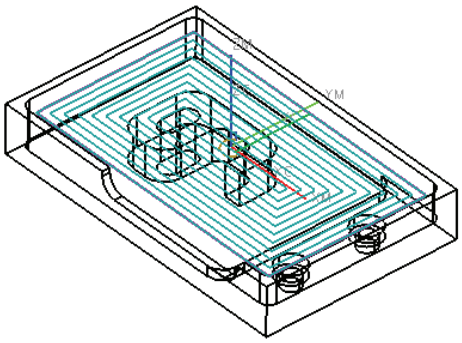


图 7-53

5．固定切深（Fixed Depth）

固定切深，以指定的一个最大切深（Maximum）值产生切削层。当 Top Off Islands 设置为 ON 时，分别在每个岛屿的顶面及底平面增加切削层，如图 7-54 所示。

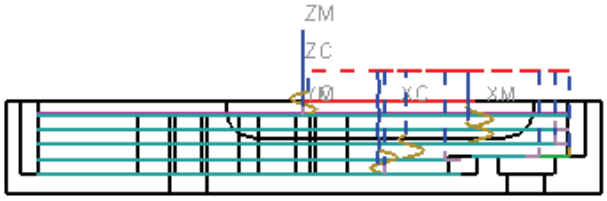


图 7-54

6．侧壁余量增量（Increment Side Stock）

当加工较深的型腔时，设置此值以避免刀柄与已加工过的侧壁表面摩擦，图 7-55 是设置侧壁增量实例。

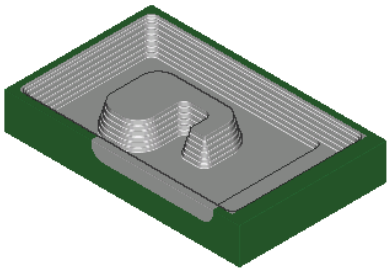


图 7-55

Top Off Islands ，当切削深度为自定义或固定时，岛屿顶面上可能会留下超过余量值的多余材料，若将此值设置为 ON 时，则在岛屿顶面产生新的切削层。

练习　4

【目的】使用保存边界方法生成永久边界（NX6 之前版本），创建未切削区域（Uncut Area）铣削操作。

本练习可参考配书光盘中的视频文件光盘\nxcam_video\planar\ pln_uncut_1_v.exe 或按以下步骤完成。

Step 1　打开零件

- Open→光盘\nxcam_ parts\planar\pln_uncut_1.prt

Step 2　运行加工模块

- Start→Manufacturing。

Step 3　验证刀轨

- 单击，双击 PLANAR_MILL 操作，打开操作对话框。
- 单击验证刀轨，单击比较，显示如图 7-56 所示的加工结果：侧壁余量不均匀，拐角处余量较多，应进一步加工。单击确定回到操作对话框中。

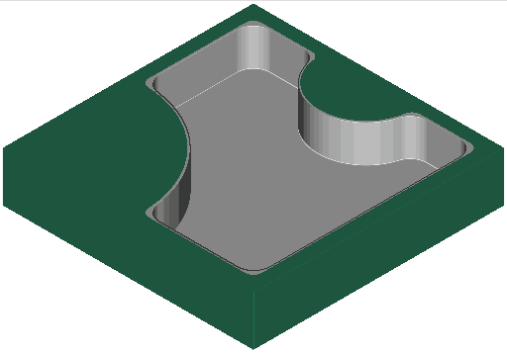


图 7-56

Step 4　创建未切削区域边界

- 在操作对话框中单击，设置如图 7-57 所示的参数，单击确定。



图 7-57

- 单击生成刀轨，同时生成一条如图 7-58 所示的未切削区域的永久边界，单击确定。

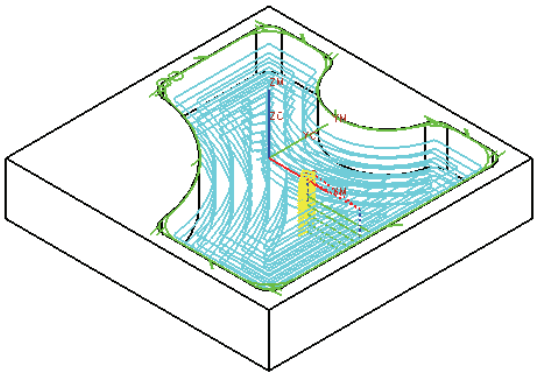


图 7-58

Step 5　创建加工未切削区域操作

- 单击，切换到刀具视图。
- 单击 PLANAR_MILL 操作，单击 MB3，打开快捷菜单，选择复制，单击刀具 D8，单击 MB3，打开快捷菜单，选择粘贴，创建如图 7-59 所示的新操作。

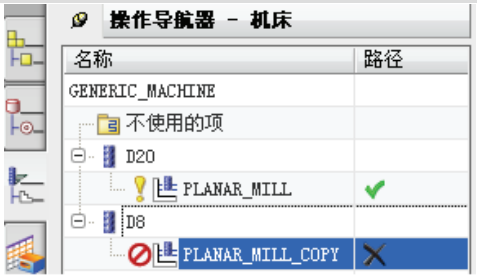


图 7-59

- 单击 PLANAR_MILL_COPY 操作，单击 MB3，选择更名，输入 CORNER。
- 双击 CORNER 操作，打开参数设置对话框，单击，选择永久边界作为毛坯边界，注意材料侧为外，单击确定。
- 单击，生成拐角粗加工刀轨，如图 7-60 所示。

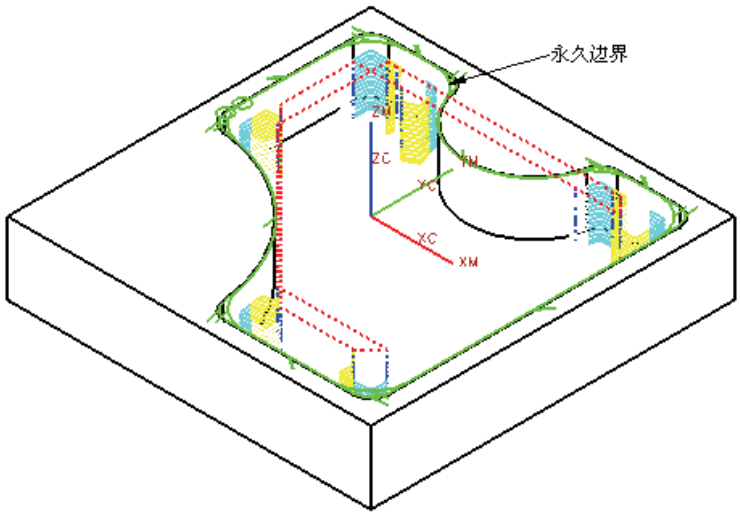


图 7-60

- 单击，验证刀轨，结果如图 7-61 所示，侧面余量均匀，单击确定。

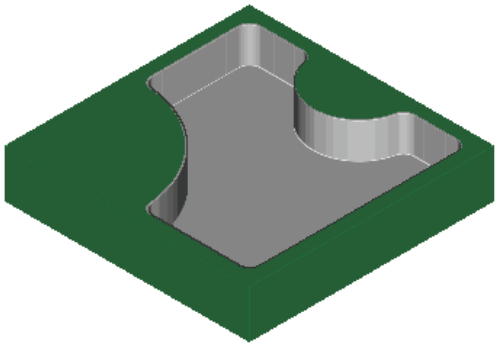


图 7-61

- 单击确定保存操作参数，结束操作对话框。

练习 5

【目的】学习使用参考刀具方法（NX6/7 版）创建未切削区域（Uncut Area）即拐角铣削操作，同时学习使用平面铣完成侧面和底面精加工。

本练习可参考配书光盘中的视频文件光盘\nxcam_video\ planar\ pln_* uncut_2_*v.exe 或以下步骤完成。

Step 1 打开零件

- Open→光盘\nxcam_parts\planar\pln_ uncut_2.prt

Step 2 运行加工模块

- Start→Manufacturing。

Step 3 验证刀轨

- 单击，双击 ROUGH_FOLLOW 操作，打开操作对话框。
- 单击生成刀轨，如图 7-62 所示。
- 单击，验证操作并比较，结果如图 7-63 所示，拐角处有较多余量，可使用二次粗加工切除。

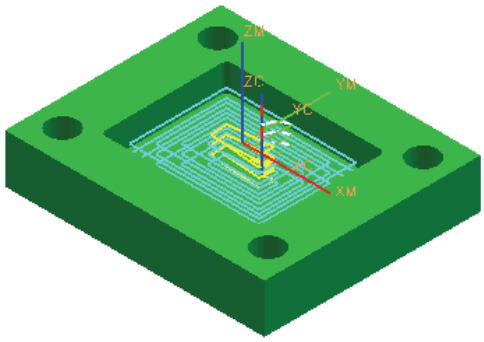


图 7-62

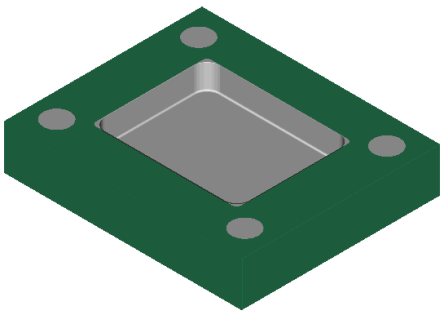


图 7-63

Step 4 创建拐角粗加工操作

- 单击，切换到刀具视图。
- 单击 ROUGH_FOLLOW 操作，单击 MB3，打开快捷菜单，选择复制，单击刀具 D6，单击 MB3，打开快捷菜单，选择内部粘贴，创建如图 7-64 所示的拐角粗加工操作。



图 7-64

- 双击 ROUGH_FOLLOW_COPY 操作，打开其对话框。
- 单击，设置如图 7-65 所示的切深参数，单击确定。



图 7-65

- 单击，设置如图 7-66 所示的切削参数，单击确定。

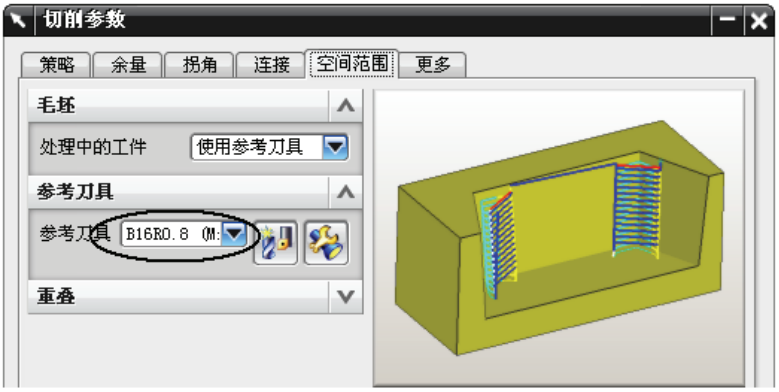


图 7-66

- 单击生成刀轨，如图 7-67 所示，单击确认。

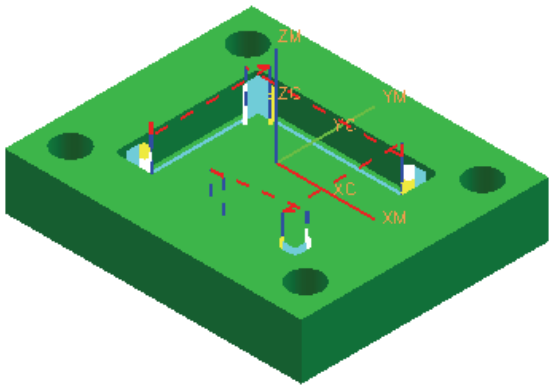


图 7-67

Step 5　创建腔体侧面精加工操作

- 单击 ROUGH_FOLLOW 操作，单击 MB3，打开快捷菜单，选择复制，单击刀具 M6，单击 MB3，打开快捷菜单，选择内部粘贴，创建 ROUGH_FOLLOW_COPY_COPY 操作并将其更名为 SIDE，如图 7-68 所示。



图 7-68

- 双击 SIDE 操作，打开其对话框，设置如图 7-69 所示的参数。
- 单击，设置如图 7-70 所示的切深参数，单击确定。



图 7-69



图 7-709

- 单击，设置如图 7-71 的切削参数，单击确定。

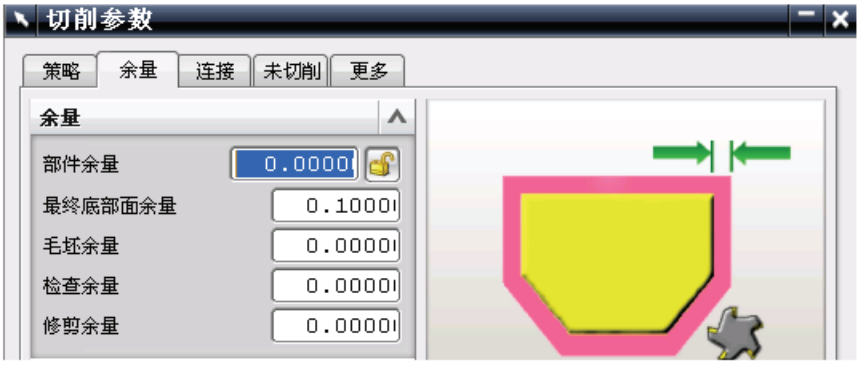


图 7-71

- 单击生成刀轨，如图 7-71 所示，单击确认。

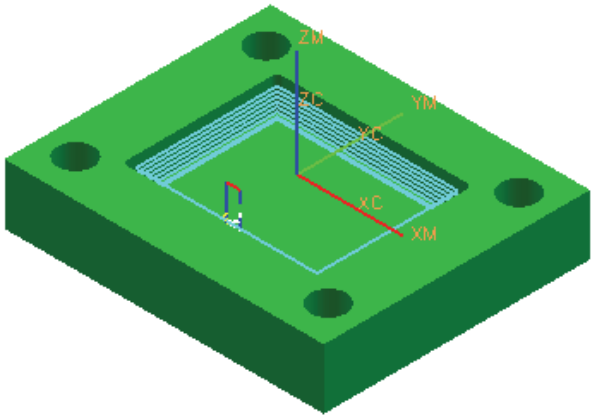


图 7-72

Step 6　创建腔体底面精加工操作

- 单击 SIDE 操作，单击 MB3，打开快捷菜单，选择复制，再单击 SIDE 操作，单击 MB3，打开快捷菜单，选择粘贴，创建 SIDE_COPY 操作并将其更名为 FLOOR，如图 7-73 所示。



图 7-73

- 双击 FLOOR 操作，打开其对话框，设置如图 7-74 所示的参数。
- 单击 ，设置如图 7-75 所示的切深参数，单击确定。



图 7-74



图 7-75

- 单击，设置如图 7-76 所示的切削参数，单击确定。

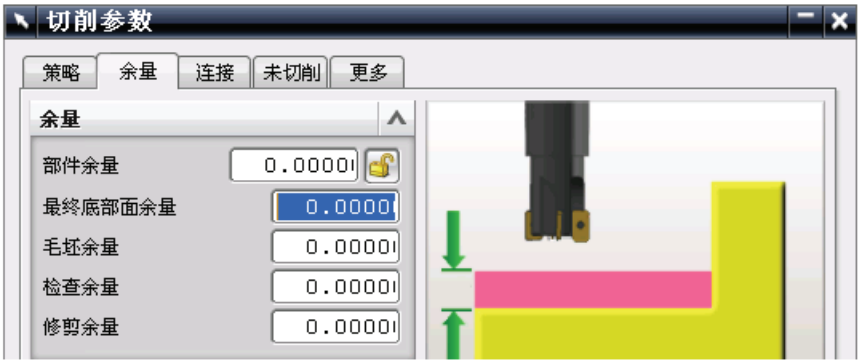


图 7-76

- 单击生成刀轨，如图 7-77 所示，单击确认。

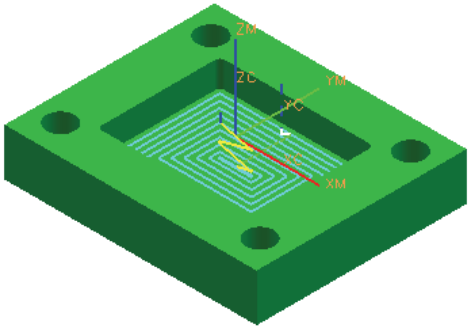


图 7-77

Step 7　保存操作

- 单击，保存已创建的操作。

7.6　面铣

面铣(FACE MILLING)类似于平面铣，用于平表面的加工，图 7-78 是面铣实例。面铣简单、易用，主要特点如下：

面铣是平面铣的一种特殊形式。使用平面铣同样能完成平表面的加工，但要定义零件边界及底平面，因此就加工平表面而言，面铣更方便。

面铣的加工几何是平表面，只要选择平表面，系统就能自动地定义铣削范围。

面铣刀轨为水平层状，既可以只切削一层，也可以分多层切削。

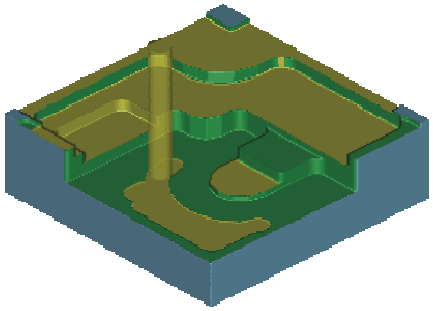


图 7-78

练习　6

【目的】创建面铣操作，学习切削层参数设置。

本练习可参考书配光盘中的视频文件光盘\nxcam_video\planar\face_milling_v.exe 或以下步骤完成。

Step 1　打开零件

- Open→光盘\nxcam_parts\planar\face_milling.prt。

Step 2　运行加工模块

- Start→Manufacturing。

Step 3　定义加工几何

- 单击，切换到几何视图，单击，打开操作导航器对话框。
- 双击 MCS，定义 MCS 与 WCS 重合，同时指定安全平面为零件上表面沿+*ZC* 轴偏置 10mm。
- 双击 WORKPIECE，定义如图 7-79 所示的 Part，单击确定。

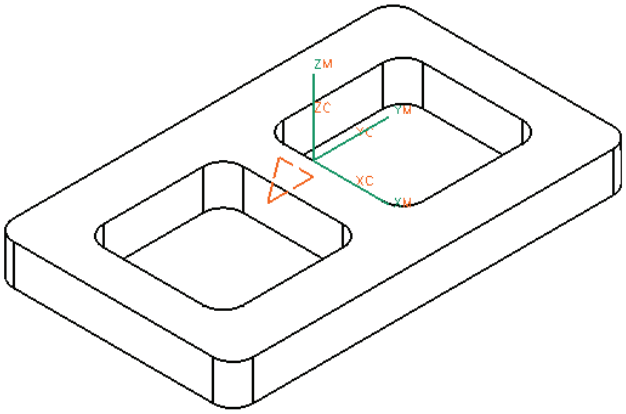


图 7-79

Step 4　创建面铣操作

- 单击，选择如图 7-80 所示的操作子类型和父节点，单击确定，设置如图 7-81 所示的参数。



图 7-80



图 7-81

- 单击，选择零件上表面，指定如图 7-82 所示的边界，单击确定。

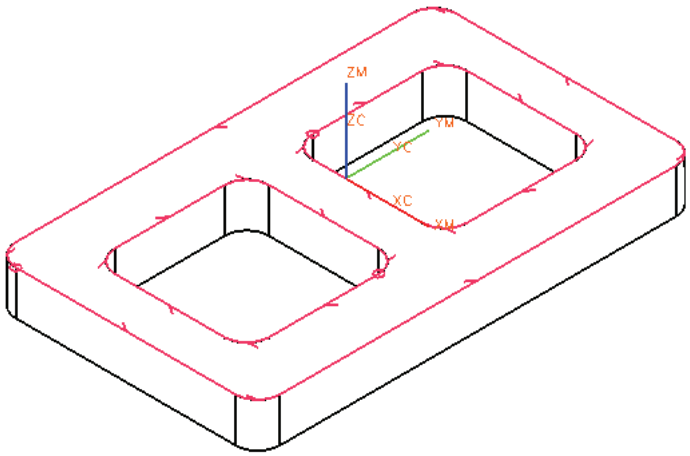


图 7-82

Step 5　设置切削参数

- 单击，设置如图 7-83 所示的切削参数，单击确定。



图 7-83

- 单击连接，设置跨空区域（Across Voids）为跟随，如图 7-84 所示，刀具在空处以快进速度跨越，单击确定。

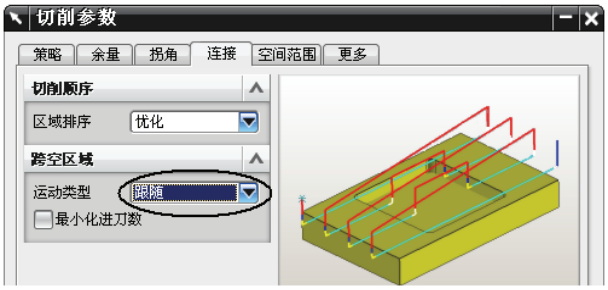


图 7-84

Step 6　设置刀轨显示

- 单击，设置刀具显示（Tool Display）为 2D，单击确定。

Step 7　生成刀轨

- 单击，生成如图 7-85 所示的刀轨。

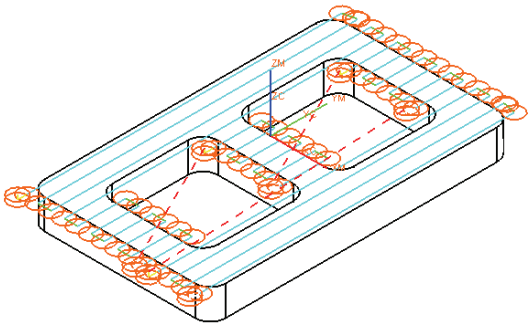


图 7-85

Step 8　生成另一种刀轨

- 在切削参数对话框中单击连接，跨空区域设置为如图 7-86 所示的移刀，则刀具在空处以移刀速度跨越。

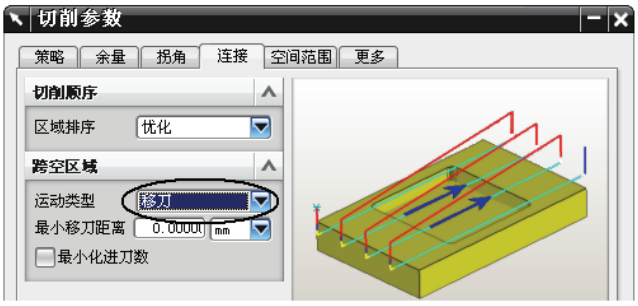


图 7-86

- 单击，生成如图 7-87 所示的刀轨。

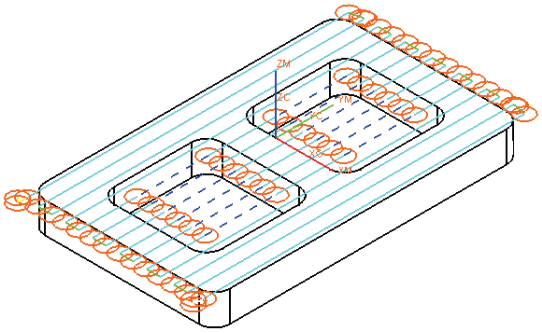


图 7-87

Step 9　生成多层刀轨

- 多层刀轨是根据表面余量即毛坯距离（Blank Distance）、每层切深（Depth Per Cut）以及最终余量（Final Floor Stock）计算而得。例如在图 7-88 中，将上述参数进行修改，则生成如图 7-89 所示的 3 层刀轨。

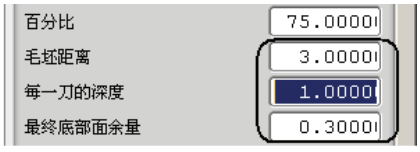


图 7-88

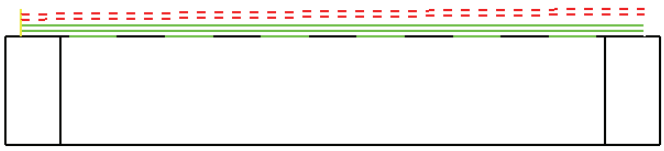


图 7-89

- 在操作对话框中单击确定，保存刀轨参数。

练习 7

【目的】使用主模型法，建立装配模型，学习检查几何的定义与使用。本练习是使用NX5中的平面铣方法完成的，若使用更新的NX版本，则方法有所不同：在新版本中，平面铣切削参数设置中再没有自动保存边界选项，要完成本练习则需创建修剪边界。

本练习可参考配书光盘中的视频文件光盘\nxcam_video\planar\pln_assem_milling _v.exe或以下步骤完成。

Step 1 打开零件

- Open→光盘\nxcam_parts\planar\pln_assem_milling.prt。

Step 2 运行加工模块

- Start→Manufacturing。

Step 3 设置查验余理

- 单击，打开操作导航器对话框。
- 双击操作ROUGH_FOLLOW，打开操作对话框。
- 单击验证刀轨，如图7-90所示。注意刀具切削时紧贴夹具，应设置检查余量。

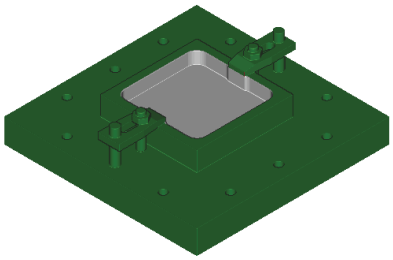


图 7-90

- 在操作对话框中，单击，设置如图7-91所示的检查余量，再单击未切削，设置如图7-92所示的参数，单击确定。

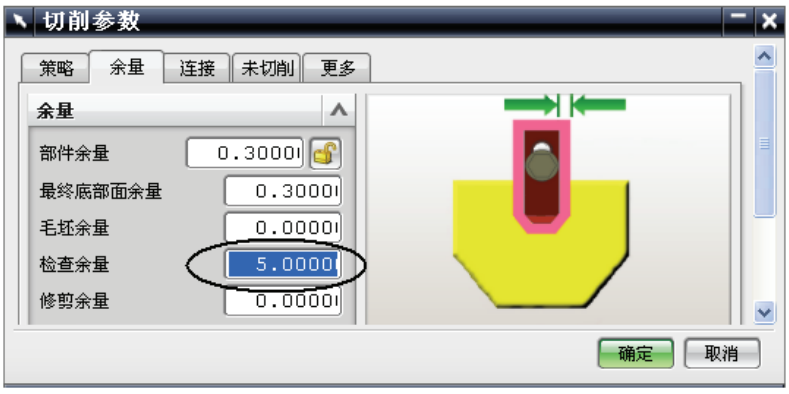


图 7-91

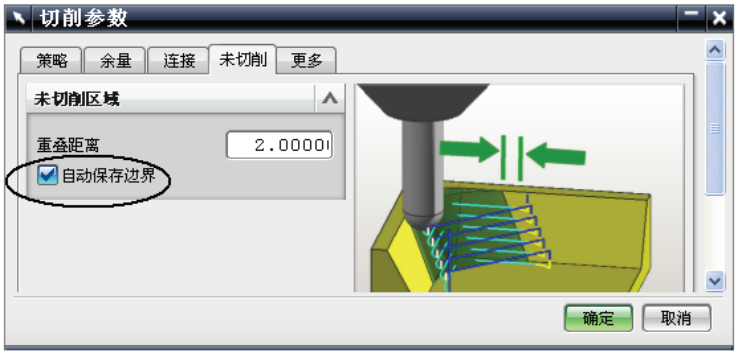


图 7-92

- 单击生成刀轨，如图 7-93 所示，单击确定保存操作。

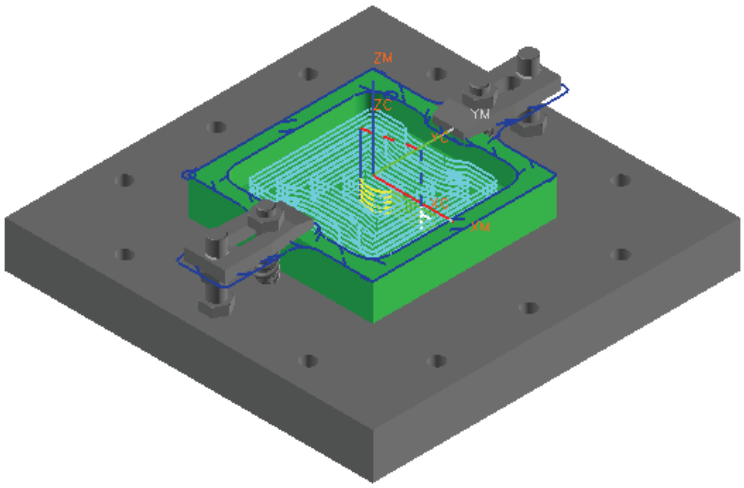


图 7-93

Step 4　创建加工未切削区域（夹具几何所占区域）操作

- 单击，切换到几何视图。
- 单击 WORKPIECE，单击 MB3，打开快捷菜单，选择复制，再单击 WORKPIECE，单击 MB3，打开快捷菜单，选择粘贴，创建工件 WORKPIECE_COPY，如图 7-94 所示。



图 7-94

- 在层对话框中设置第 10 层不可见，隐藏层内的夹具几何。
- 在层对话框中设置第 20 层可见，显示层内的夹具几何。

- 双击工件 WORKPIECE_COPY，打开几何定义对话框。
- 单击打开夹具定义对话框，单击全部重选，选择如图 7-95 所示的夹具几何，单击确定。

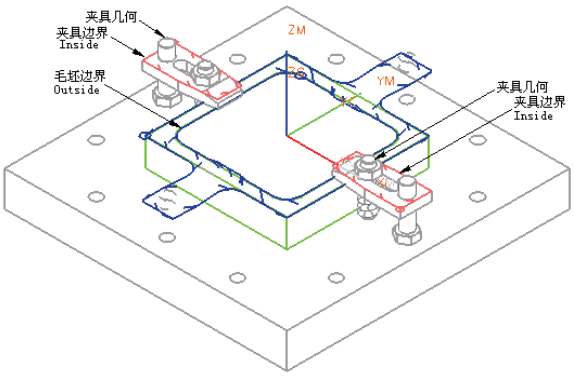


图 7-95

- 双击 MILL_BND_COPY，打开边界对话框。
- 单击，打开毛坯边界对话框，设置如图 7-96 所示的参数，选择图 7-95 中的内封闭永久边界作为毛坯边界，注意材料侧为外，单击确定。



图 7-96

- 单击，打开夹具边界定义对话框，单击全部重选，定义如图 7-95 中所示的夹具边界，注意材料侧为内，单击确定结束边界编辑。
- 双击 ROUGH_FOLLOW_COPY，打开参数对话框。
- 单击生成刀轨，如图 7-97 所示，单击确定。

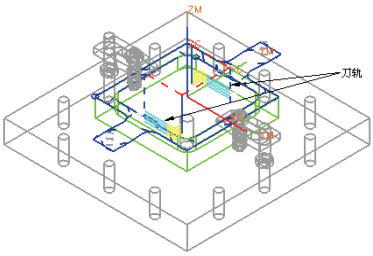


图 7-97

练习　8

【目的】创建刻字操作，掌握在平表面上铣削字符方法。

本练习可参考配书光盘中的视频文件光盘\nxcam_video\planar\ pln_text _v.exe 或以下步骤完成。

Step 1　打开零件

- Open→光盘\nxcam_parts\planar\pln_text.prt。

Step 2　书写字符

- 如图 7-98 所示，选择 Start→Drafting 进入制图模块。

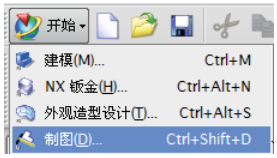


图 7-98

- 单击，打开注释编辑器，如图 7-99 所示。

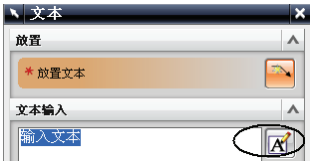


图 7-99

- 在图 7-99 中，单击，打开文本编程器，输入图 7-100 所示的文字。
- 单击设置如图 7-101 所示的字符大小及汉字字型，单击确定。

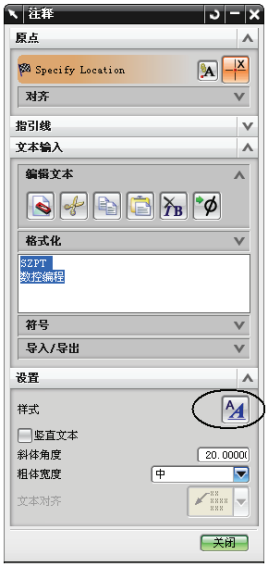


图 7-100



图 7-101

- 单击 MB1 放置文字，若文字没有放置在理想的位置上，按住 MB1 移动鼠标拖动文字到理想位置上，如图 7-101 所示。

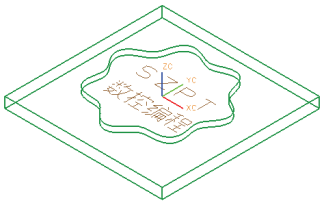


图 7-102

Step 3　运行加工模块

- Start→Manufacturing。

Step 4　定义工件

- 双击 MCS_MILL，打开加工坐标系定义对话框，定义 MCS 与 WCS 重合，如图 7-103 所示。
- 安全设置选为平面，指定 ZC=10 作为安全平面，如图 7-103 所示，单击确定。

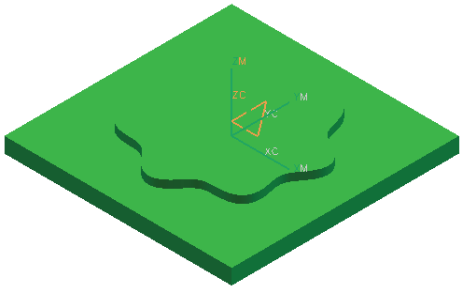


图 7-103

- 双击 WORKPIECE，打开如图 7-104 所示的对话框。单击，选择图形窗口中的实体模型为被加工零件，单击，选择自动块定义毛坯，单击选择零件材料，单击确定结束加工几何定义。



图 7-104

Step 5　创建刀具

- 创建立铣刀 D1mm，具体过程请参考加工创建一章中的相关内容。

Step 6　创建刻字操作

- 单击，选择如图 7-105 所示的操作子类型和父节点，单击确定，打开如图 7-106 所示的 planay Text 对话框。



图 7-105



图 7-106

- 单击A，选择已输入的文字，单击确定。
- 单击，指定 *XC-YC* 平面作为底平面，单击确定。
- 在文本深度栏中输入刻字深度 0.3，每一刀的深度为 0.05，如图 7-106 所示。

Step 7　生成刀轨

- 单击生成刀轨，如图 7-107 所示。

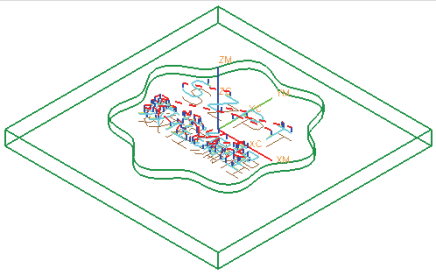


图 7-107

Step 8　刀轨验证

- 单击验证刀轨，结果如图 7-108 所示。

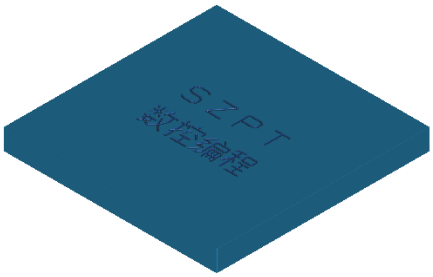


图 7-108

第 8 章　孔加工

主要内容

- 孔加工特点
- 孔加工操作子类型
- 创建孔加工操作
- 钻削几何及其定义
- 孔加工循环方式
- 循环参数设置

8.1　孔加工特点

1．孔加工

孔加工泛指孔的各种加工，如钻孔（通孔、盲孔、中心孔、沉孔等）、铰孔、镗孔以及铣螺纹等，其加工几何通常用点来定义，所以孔加工又称点位加工（Point To Point），例如图 8-1 中所示的 4 个点就代表了的 4 个孔的加工位置。

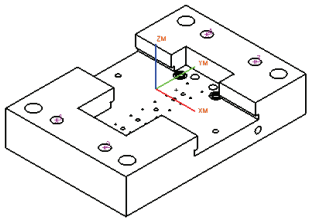


图 8-1

2．孔加工原理

刀具快速移动定位到加工孔位之上并由最小安全距离确定的位置处→以切削进给速度切入工件并到达指定的切削深度→以退刀速度退回，完成一个孔加工，重复此过程，直至完成指定的孔加工任务，图 8-2 是孔加工刀轨示意图。

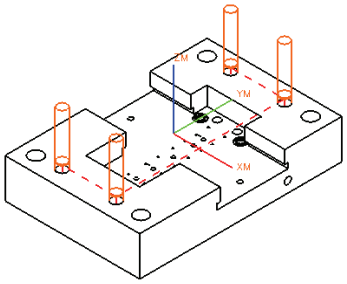


图 8-2

8.2 孔加工操作子类型

孔加工操作子类型如图 8-3 所示，每一种操作子类型都有其特点和用法，用户可根据以下的介绍和零件的加工要求，选择一种较为合适的操作子类型创建孔加工刀轨。如果这些操作子类型不能满足要求，还可以根据自己的加工特点，创建新的操作子类型。注意在创建操作时，操作子类型一旦选定后，就不能再更改，所以选择时要仔细。



图 8-3

SPOT_FACING：锪钻，用于加工钻孔位置的小平面。

SPOT_DRILLING：中心钻，用于加工中心孔。

DRILLING：钻孔，孔加工基本模板，用于加工普通孔。

PECK_DRILLING：啄钻，用于深孔加工。

BREAK_CHIP_DRILLING：断屑钻，用于不易断屑材料的孔加工。

BORING：镗孔，用于加工较大直径的孔。

REAMING：铰孔，用于孔的精加工。

COUNTERBORING：用于加工沉孔。

COUNTERSINKING：用于加工锥形沉孔。

TAPPING：攻螺纹。

THREAD_MILLING：铣螺纹，用于加工大尺寸的螺纹。

8.3 创建孔加工操作步骤

创建孔加工操作的步骤如图 8-4 所示，主要内容包括编辑/创建父节点、创建操作（选择操作子类型和指定父节点）、设置操作参数以及生成和验证刀轨。

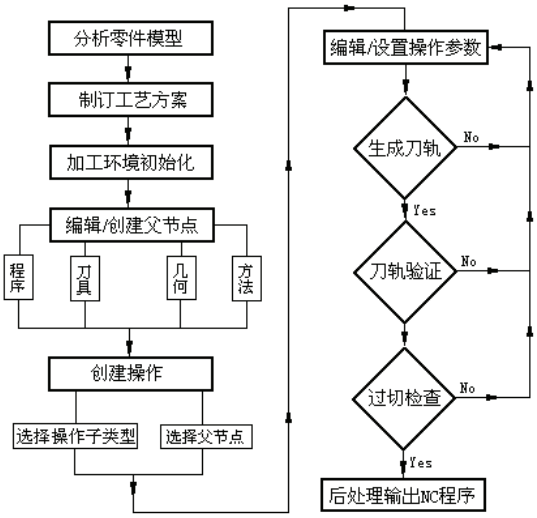


图 8-4

8.4　钻削几何及其定义

如图 8-5 所示，钻削几何包括加工坐标系（MCS）、工件（WORKPIECE）以及点位（POINTS），其中工件已在加工创建一章中介绍，因此这里只介绍孔加工坐标系和点位的定义。

8.4.1　创建/编辑加工坐标系（MCS）

创建加工加工坐标 MCS 已在第 3 章中讲述，这里只强调在孔加工中，创建 MCS 时要注意以下几点：

1）若是三轴加工，且所加工孔的轴线相互平行，加工坐标系 MCS 的 *ZM* 轴应与待加工孔的轴线平行。

2）若是三轴加工，而所加工孔的轴线若有不平行的情况，则应在各个不同轴线方位上创建相应的 MCS 及其操作，现场加工时，也必须多次重新装夹工件。

3）若使用四轴或更多轴机床，因刀具轴可变，在同一个操作中可为不同方位的加工孔指定相应的刀轴方位。

8.4.2　创建钻削几何（DRILL_GEOM）

单击，打开如图 8-5 所示的创建加工几何体对话框，选择类型为 Drill，选择几何体子类型为孔位，父节点为 WORKPIECE，单击确定，打开孔加工几何体对话框，如图 8-6 所示。

钻削几何包括孔（Holes）、零件表面（Part Surface）和底表面（Bottom Surface）三部分。



图 8-5



图 8-6

孔（Holes）：泛指被加工的孔，可以选择一般点、圆弧中心、圆心、椭圆以及实体或片体上的孔定义。孔是必须指定的加工几何，否则不能生成刀轨。

零件表面（Part Surface）：零件表面即刀具切入材料的位置，它可以是存在的平表面或者用户指定的平面，如图 8-7 所示。若未定义此表面，刀具将从被选择的孔位开始切入。

底表面（Bottom Surface）：底表面，根据需要指定，可用于指定孔的切削深度，如图 8-7 所示。

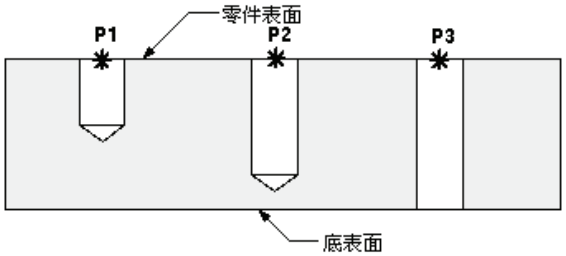


图 8-7

8.4.3　定义和编辑孔（Holes）

孔是必须定义的加工几何，在图 8-6 中单击，打开如图 8-8 所示的点到点几何体对话框。在此对话框中，不但可指定、编辑、优化孔位，还可以设置避让等参数。

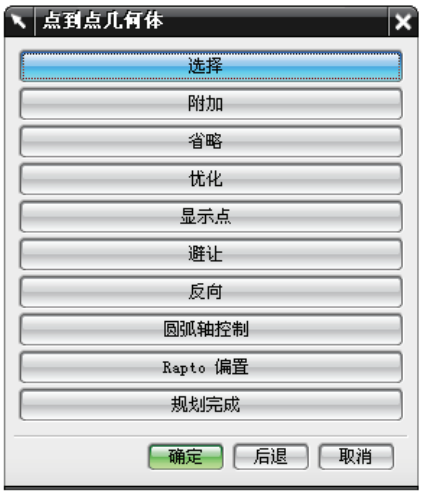


图 8-8

在图 8-8 中单击选择，打开如图 8-9 所示的对话框，此时可直接在模型上选择加工孔位，同时还应注意循环参数组（Cycle Parameter Set）的设置。循环参数组用于对被加工孔进行分类，以达到分类设置切削参数的目的。例如按通孔、盲孔等类型分组，在加工时可分别设置通孔和盲孔的切削深度和切削参数。若不选择循环参数组选项，当前选择的孔位默认使用第一循环参数组；若选择循环参数组选项，则弹出如图 8-10 所示的对话框，显示 5 个可供选择的参数组。若要将被选择的孔位放到某一个参数组，单击该参数组，这样所选择的参数组就成为当前参数组，在改变当前参数组之前所选择的孔位都使用这一参数组，选择结束后单击确定。

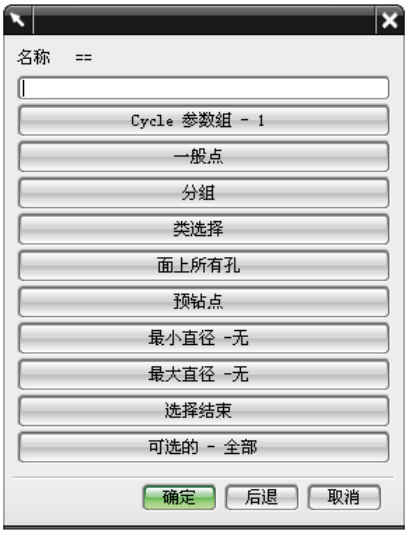


图 8-9



图 8-10

8.5 孔加工操作参数设置

创建任何一种孔加工操作，都将打开如图 8-11 所示的钻对话框。



图 8-11

1．最小安全距离

最小安全距离（Minimum Clearance）是刀具与零件表面（Part Surface）沿刀轴方向的距离，如图 8-12 所示。最小安全距离指定的高度是每个加工位置上刀具由快进距离（Rapid）或进给速度（Engage Feed Rate）转变为切削进给速度（Cut Feed Rate）的位置。

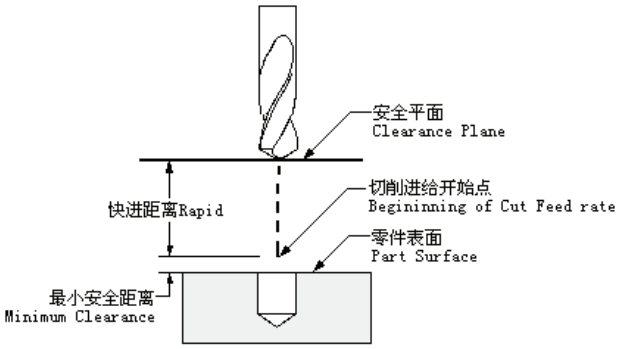


图 8-12

2．深度偏置

深度偏置有通孔偏置和盲孔偏置两个参数。

通孔安全距离：指刀具穿透底表面的距离，如图 8-13 所示。

盲孔余量：指孔底部要保留的用于精加工的材料余量，如图 8-13 所示。

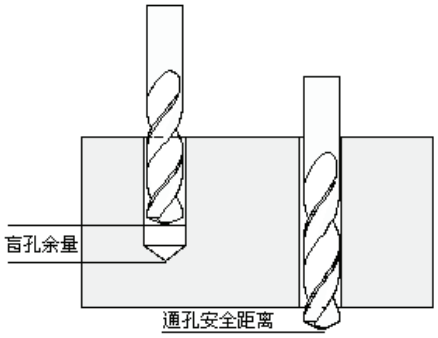


图 8-13

练习　1

【目的】创建钻中心孔、通孔及铰孔操作，学习避让设置。

本练习可参考配书光盘中的视频文件光盘\nxcam_video\ptp\drilling_1 _v.exe 或按以下步骤完成。

Step 1　打开零件

- Open→光盘\nxcam_parts\ptp\drilling_1.prt。

Step 2　运行加工模块

- Start→Manufacturing。

Step 3　定义工件（WORKPIECE）

- 在导航工具条中单击，切换到几何视图，如图 8-14 所示。
- 双击 MCS_MILL，打开加工坐标系定义对话框，定义 MCS 与 WCS 重合，如图 8-15 所示。
- 安全设置选为平面，指定 ZC=10 作为安全平面，如图 8-15 所示，单击确定。



图 8-14

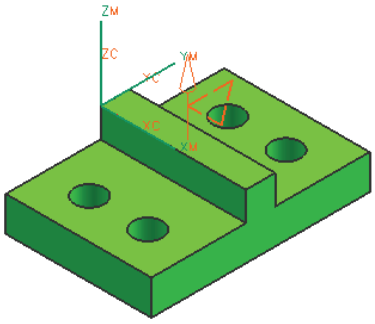


图 8-15

- 双击 WORKPIECE，打开如图 8-16 所示的对话框。单击，选择图形窗口中的实体模型为被加工零件，单击，选择自动块定义毛坯，单击选择零件材料，单击确定结束加工几何定义。



图 8-16

Step 4　创建钻削几何

- 单击，设置如图 8-17 所示的参数，单击确定。打开钻加工几何体对话框，如图 8-18 所示。



图 8-17



图 8-18

- 单击，打开如图 8-19 所示的点到点几何体对话框。单击选择，使用默认参数组，选择如图 8-20 所示的 4 个孔位，单击确定。

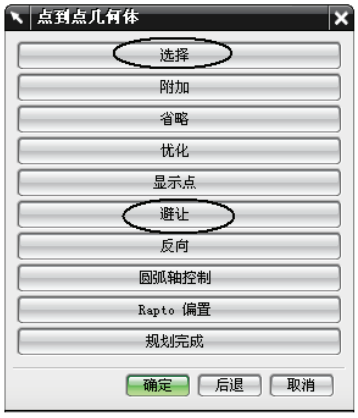


图 8-19

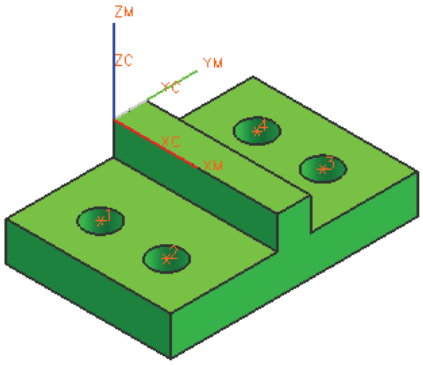


图 8-20

- 在图 8-19 中单击避让，分别选择孔 2 和孔 3 作为避让的开始点和结束点，此时将打开如图 8-21 所示的避让选项对话框，选择安全平面，单击确定，结束加工点位定义。



图 8-21

- 在图 8-18 所示的对话框中单击，定义如图 8-22 所示的底表面，单击确定两次，结束钻削几何定义。

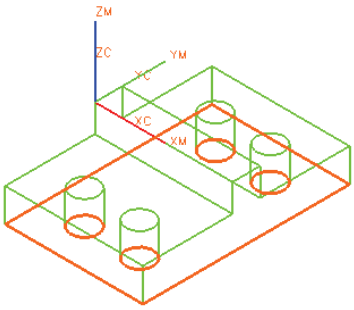


图 8-22

Step 5　创建孔加工刀具

- 本例定义如图 8-23 所示的 3 把刀具，其中中心孔钻的顶角为 60°。

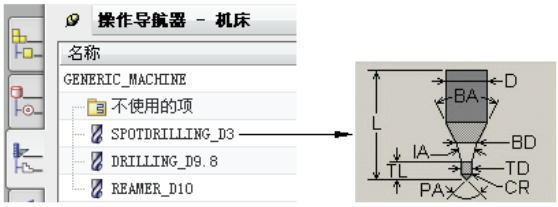


图 8-23

Step 6　创建加工中心孔操作

- 单击，选择如图 8-24 所示的操作子类型和父节点，单击确定，打开如图 8-25 所示的点钻对话框。

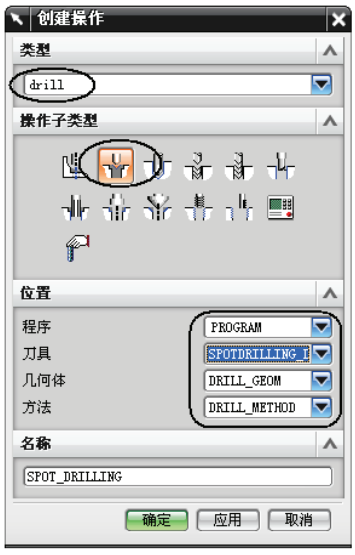


图 8-24

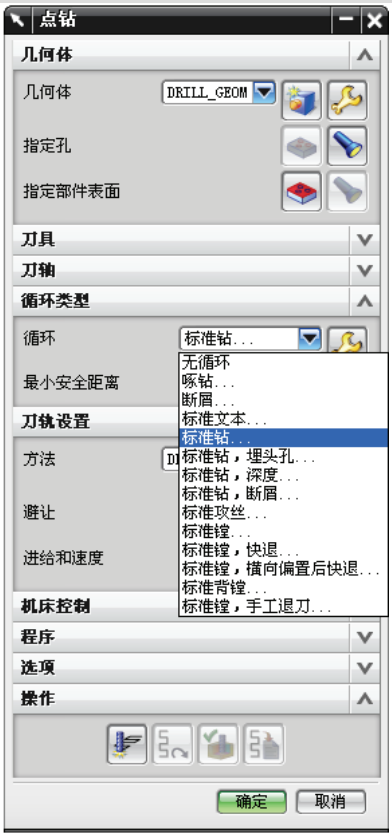


图 8-25

- 单击循环下拉菜单，选择标准钻循环，当出现指定循环参数组对话框时，单击确定，打开循环参数对话框，单击深度，设置刀尖深度 Tool Tip=3，如图 8-26 所示，单击确定，结束循环参数设置。

Step 7　生成刀轨

- 单击生成刀轨，如图 8-27 所示。



图 8-26

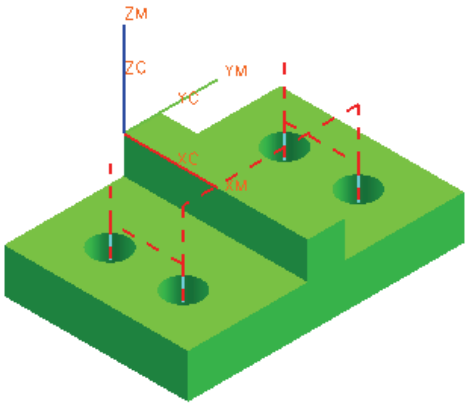


图 8-27

Step 8　创建钻孔操作

- 单击，选择如图 8-28 所示的操作子类型和父节点，单击确定，打开如图 8-29 所示的对话框。

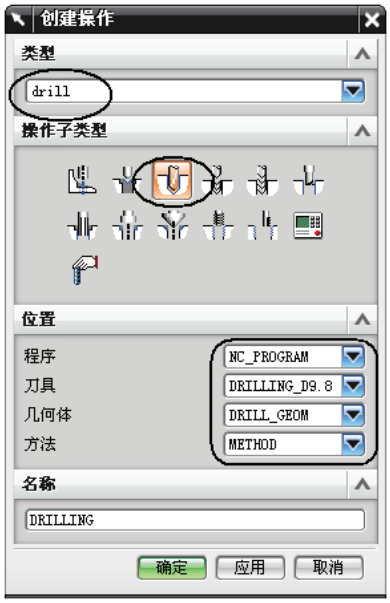


图 8-28



图 8-29

- 单击循环下拉菜单，选择标准钻循环，当出现指定循环参数组对话框时，单击确定打开 Cycle 参数对话框，单击深度，选择穿过底面，如图 8-30 所示，单击确定，结束循环参数设置。



图 8-30

- 单击生成刀轨，如图 8-31 所示。

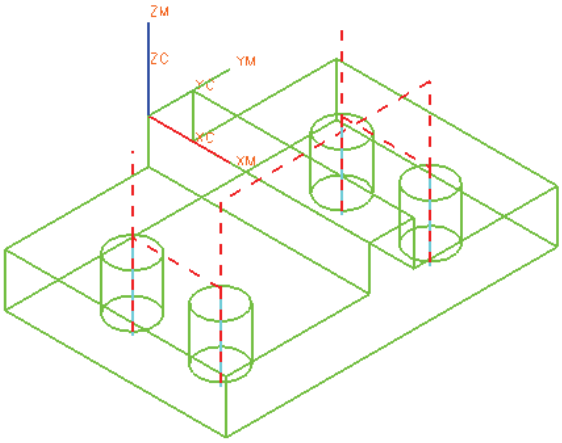


图 8-31

Step 9　创建铰孔操作

- 单击，切换到刀具视图，选择 DRILLING 操作，单击 MB3，选择复制，如图 8-32 所示。



图 8-32

- 单击 REAMER_D10，单击 MB3，打开快捷菜单，选择内部粘贴，完成操作复制，如图 8-33 所示。



图 8-33

- 单击 DRILLING_COPY 操作，单击 MB3 打开快捷菜单，选择重命名，将此操作的名称改为 REAMER。
- 双击 REAMER 操作，打开参数设置对话框。
- 单击生成铰孔刀轨，如图 8-31 所示，单击确定保存操作。

8.6 孔加工循环方式

在孔加工中，不论使用钻孔、铰孔、或镗孔等任何一种孔加工方式，都要在孔加工操作对话框中，选择如图 8-34 所示的一种孔加工循环方式，以定义工刀具的运动过程。

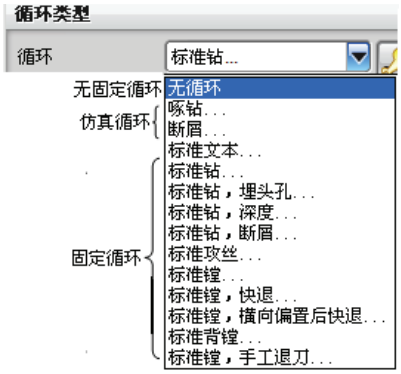


图 8-34

8.6.1 无循环（No Cycle ）

无循环，取消任何被激活的循环。当“无循环”被激活时，不需要设置循环参数组和定义其参数，只要选择加工孔位，系统就直接生成刀轨（必须指定零件表面和底表面）。这种孔加工简单方便，适用于钻削加工要求相同的孔。

“无循环”的运动过程如下：以进给速度移动刀具到第一个点位上方的安全点→沿着刀轴方向以切削进给速度切削到零件底表面→刀具以退刀速度退回到该点位的安全点上→以快进速度移动刀具到下一个点位的安全点上。注意，当选择“无循环”时，深度偏置参数无效。

8.6.2 仿真循环（Simulation Cycle）

仿真循环是指不使用循环命令（NC 程序中的固定循环 G 代码）而是使用 GOTO 命令（NC 程序中的 G00 和 G01）控制刀具的运动过程，因此不需要依赖机床控制器的固定循环子程序。由此可知，使用仿真循环会导致 NC 文件变大。啄钻（Peck Drill）和断屑钻（Break Chip）属于仿真循环。

1．**啄钻**（Peck Drill）

啄钻，在每一个钻削位置上产生一个仿真啄钻循环，其切削原理如图 8-35 所示。

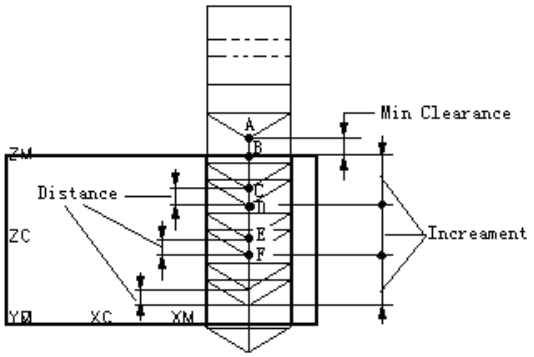


图 8-35

一个啄钻循环的刀具运动过程如下：

（1.）刀具快进到最小安全距离确定的 A 点；

（2.）刀具以循环进给速度切削进给到 D 点（通过被加工孔开始点 B 后继续进刀一个切深增量 Increment）；

（3.）刀具以退刀速度快退到 A 点（退刀到孔外以利于排屑和切削液进入）；

（4.）快进到 C 点（前一次切削深度沿刀轴向上偏移一个步进安全距离 Distance）；

（5.）刀具以循环进给速度切削进给到 F 点（切深为一个步进距离 Distance 和一个切深增量。增量可以为零（None）、固定深度（Constant）和可变深度（Variable））。

重复步骤 3、4 和 5，直至钻到要求的深度，刀具退回到安全点上，以快速进给速度移动刀具到下一个点位的安全点上，开始进行下一个孔的啄钻加工。

分析啄钻的循环过程可知，这种循环方式类似于固定循环 G83，适用于深孔加工，但当切深增量 Increment 为 None 时，啄钻的循环过程将得到简化，类似于固定循环 G81，可用于一般孔的加工。

2．**断屑钻**（Break Chip）

断屑钻在每一个钻削位置上产生一个断屑钻循环。断屑钻循环类似于啄钻循环，所不同的是：在每一个钻削深度增量之后，刀具不是退回到孔外的安全点上，而是退回到在当前切削深度之上的一个由步进安全距离指定的点位（这样可以将切屑拉断）。断屑钻的刀具运动过程如下：

（1.）刀具以快进速度移动到安全点上；

（2.）刀具沿刀轴方向以循环切削进给速率钻削到第一个中间切削深度；

（3.）刀具以退刀进给速率退回到当前切削深度之上的由安全距离确定的点位上；

（4.）刀具继续以循环切削进给速率钻削到下一个中间增量深度；

重复步骤 3 和 4，直至钻削到指定的孔深之后，刀具以退刀进给速度从孔深位置退回刀具到安全点。

（5.）以快速进给速度移动刀具到下一个点位的安全点上，开始进行下一个孔的断屑钻加工。

由上述断屑钻循环过程可知，断屑钻适合给韧性材料的日孔加工。

8.6.3 固定循环（Fixed Cycle）

1．标准文本（Standard Text）

标准文本，在每一个被选择的加工点位上激活一个标准循环。选择该循环，系统要求输入循环文本（长度达 1 至 2 0 个由字母和数字组成的非空的字符串）以及定义参数组及其他参数。

2．标准钻削（Standard Drill）

标准钻削，在每一个被选择的加工点位上激活一个“标准钻削”循环。选择此项，弹出定义循环参数组数的对话框，在输入循环参数组的数量之后，弹出为每个参数组定义参数的对话框。标准钻削循环不适于钻削深孔和有一定深度的韧性材料的孔。

“标准钻削”循环的刀具运动过程如下：刀具以快进速度移动到点位上方的安全点上→刀具以循环进给速度钻削到要求的孔深→刀具以退刀进给速度退回到安全点→刀具以快进速度移动到下一个加工点位上的安全点开始下一个点位的循环。

3．标准沉孔钻循环（Standard Drill,Csink）

标准沉孔钻，在每一个被选择的加工点位上激活一个“标准沉孔钻”循环。该循环的刀具运动取决于机床和后处理器。典型的钻削过程为：刀具以切削进给速度钻削到由沉孔直径和刀尖角度计算所得的深度→沿刀轴方向以快进速度回退到安全高度→刀具以快进速度移动到下一个加工点位上的安全点开始下一个点位的循环。

4．标准深孔钻（Standard Drill, Deep）

标准深孔钻，在每一个被选择的加工点位上激活一个“标准深孔钻”循环。该循环的刀具运动取决于机床和后处理器。典型的钻削过程为：刀具以切削进给速度以一系列的切深增量钻削→在每进给一个深度增量之后，刀具以快退速度退出孔外排屑，如此反复，直到最终深度→快速退回安全高度→刀具以快进速度移动到下一个加工点位上的安全点开始下一个点位的循环。

5．标准断屑钻（Standard Drill,Break Chip）

标准断屑钻，在每一个被选择的加工点位上激活一个“标准断屑钻”循环。该循环的刀具运动取决于机床和后处理器。典型的断屑钻过程为：刀具进给到每一个中间深度→退回一个由控制器或机床定义的安全距离→再进给到由下一个深度增量确定的位置→如此重复，直到到达最终加工深度→以快速进给速度退出孔外到达安全高度上→刀具以快进速度移动到下一个加工点位上的安全点开始下一个点位的循环。

6．标准攻螺纹(Standard Tap)

标准攻螺纹循环，在每一个被选择的加工点位上激活一个“标准攻螺纹”循环。该循环的刀具运动取决于机床和后处理器。典型的攻螺纹过程为：刀具进给到最终的切削深度→主轴反转并退回到操作安全点上→刀具以快进速度移动到下一个加工点位上的安全点开始下一个点位的循环。

7．标准镗（Standard Bore）

标准镗循环，在每一个被选择的加工点位上激活一个“标准镗”循环。该循环的刀具运动取决于机床和后处理器。典型的镗削过程为：刀具切削进给到孔的最终切深之后以切削

进给速度退回到孔外→刀具以快进速度移动到下一个加工点位上的安全点开始下一个点位的循环。

8．标准镗、快退（Standard Bore, Drag）

标准镗、快退循环，在每一个被选择的加工点位上激活一个“标准镗、快退”循环，其主要特点是在退刀前主轴停止旋转。

该循环的刀具运动取决于机床和后处理器。典型的镗削运动过程为：刀具镗削进给到孔深→主轴停止旋转并以快进速度退出孔外到操作安全点上→刀具以快进速度移动到下一个加工点位上的安全点开始下一个点位的循环。该循环的缺点是退刀过程，刀刃划伤已加工表面，因此一般用于粗镗。

9．标准镗、横向偏置后快退（Standard Bore,No Drag）

标准镗、横向偏置后快退，在每一个加工点位上激活一个“标准镗、横向偏置后快退”循环，其主要特点是在退刀前主轴停止旋转、定角位、主轴偏置。

该循环的刀具运动取决于机床和后处理器。典型的“标准镗、横向偏置后快退”的镗削运动过程为：刀具镗削进给到孔深→主轴停止旋转→定主轴方位角→在主轴方位角决定的方向偏移主轴→最后快退到孔外→刀具以快进速度移动到下一个加工点位上的安全点开始下一个点位的循环。该循环方式在退刀前主轴偏置，刀刃不会划伤已加工表面，因此适合精镗。

10．标准背镗（Standard Bore,Back）

标准背镗循环，在每一个被选择的加工点位上激活一个“标准背镗”循环。

该循环的刀具运动取决于机床和后处理器。典型的背镗运动过程为：主轴停止旋转→定主轴方位角→在主轴方位角决定的方向偏移主轴→主轴进给到孔深→主轴移动到孔的中心→主轴开始旋转退回，在退回过程中镗孔→刀具以快进速度移动到下一个加工点位上的安全点开始下一个点位的循环。

11．标准镗、手工退刀（Standard Bore,Manual）

标准镗、手工退刀循环，在每一个被选择的加工点位上激活一个“标准镗、手工退刀”循环，其特点是退刀运动由手动操作解决。

该循环的刀具运动取决于机床和后处理器。典型的镗削运动过程为：刀具镗削进给到孔深→主轴停止旋转，同时程序停止→操作者手动操纵机床退刀到孔外。

练习　2

【目的】创建多孔加工操作，学习刀轨优化方法。

本练习可参考配书光盘中的视频文件光盘\nxcam_video\ptp\drilling_2 _v.exe 或按以下步骤完成。

Step 1　打开零件

- Open→光盘\nxcam_parts\ptp\drilling_2.prt。

Step 2　运行加工模块

- Start→Manufacturing。

Step 3　定义工件（WORKPIECE）

- 双击 WORKPIECE，定义图形窗口中的实体零件为 Part。

Step 4　创建钻削几何

- 单击，设置如图 8-36 所示的参数，单击确定，打开钻削几何体对话框，如图 8-37 所示。



图 8-36



图 8-37

- 单击，打开点到点几何体对话框，如图 8-38 所示。



图 8-38

在图 8-38 中单击选择，使用默认参数组，选择如图 8-39 所示的 9 个孔位，单击确定，显示如图 8-40 所示的孔加工顺序。

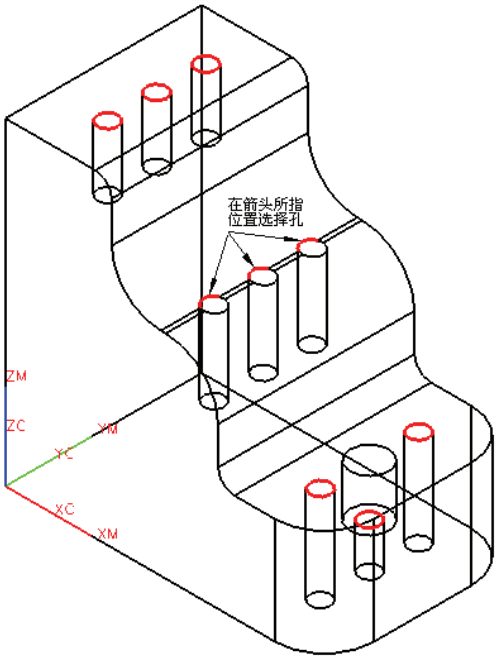


图 8-39

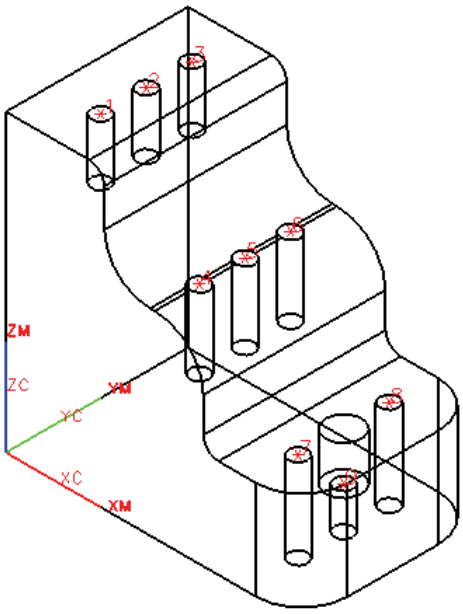


图 8-40

- 在图 8-40 中，孔加工顺序是 1-2-3-4-5-6-7-8-9，刀轨较长。
- 在图 8-38 中，单击优化，打开图 8-41 所示的对话框，选择 Shortest Path，打开图 8-42 所示的对话框，再单击优化，结果如图 8-43 所示，选择接受，可观察到优化后的孔加工顺序编号，如图 8-44 所示。



图 8-41



图 8-42



图 8-43

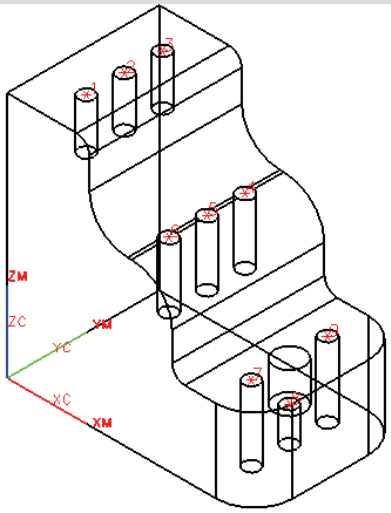


图 8-44

- 在图 8-38 中单击确定，结束钻削几何定义。

Step 5　创建孔加工刀具

- 分别创建直径为 3mm 的中心钻和 15.6mm 的钻头，具体请参看加工创建一章中的相关内容。

Step 6　创建钻中心孔操作

- 单击，选择如图 8-45 所示的操作子类型和父节点，单击确定，打开如图 8-46 所示的点钻对话框。

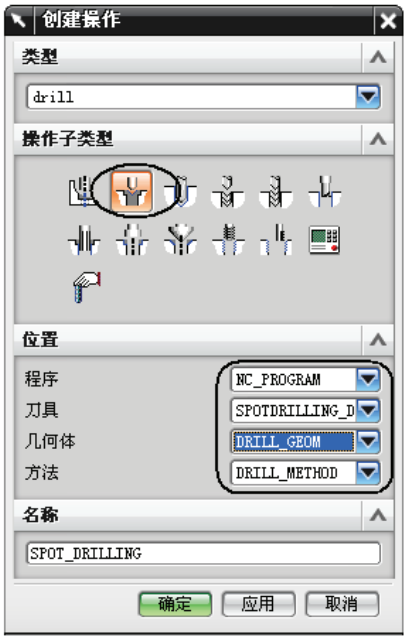


图 8-45



图 8-46

- 单击循环下拉菜单，选择标准钻循环，当出现指定循环参数组对话框时，单击确定，打开 Cycle 参数对话框，单击 Depth ，设置刀尖深度 Tool Tip=3，如图 8-47 所示，单击确定，结束循环参数设置。



图 8-47

Step 7　生成刀轨

- 单击生成刀轨，如图 8-48 所示。

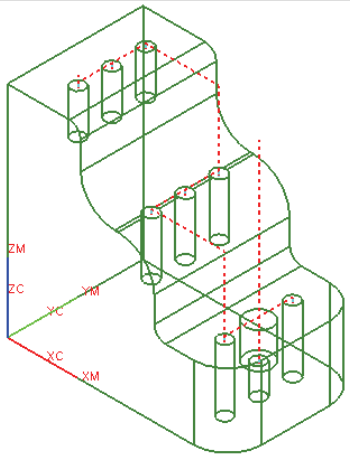


图 8-48

Step 8　创建钻孔操作

- 单击，选择如图 8-49 所示的操作子类型和父节点，单击确定，打开如图 8-50 所示的钻对话框，所有参数均使用默认值，包括切深为模型深度。

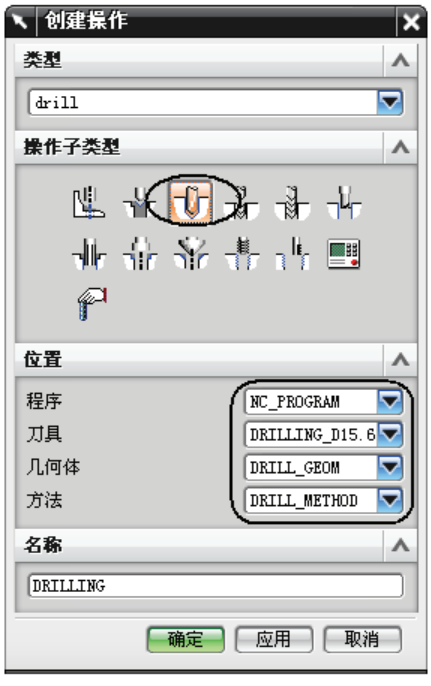


图 8-49



图 8-50

- 单击生成刀轨，如图 8-51 所示。

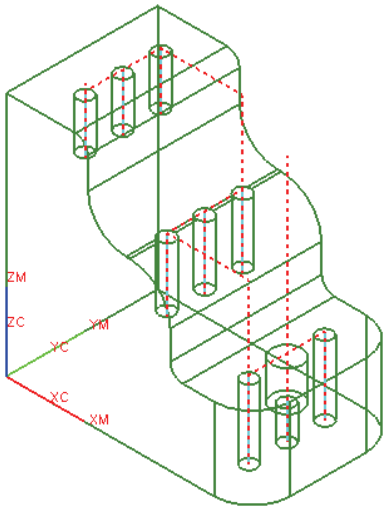


图 8-51

8.7　循环参数设置

在创建孔加工操作对话框中，选择一种循环方式后，显示在指定钻削几何时已定义的循环参数组数，如图 8-52 所示表示已定义了两个循环参数组。



图 8-52

在图 8-52 中单击确定，弹出如图 8-53 所示的 Cycle 参数对话框，确认之后会提示设置第二循环参数组（Parameter Set 2）参数。若有更多参数组，可依次设置每一组循环参数。



图 8-53

1．钻削深度（Depth）

钻削深度是指零件表面到刀尖的深度。除 Stardard Drill Csink 循环外，其他所有循环需要指定钻削深度。在图 8-53 中单击 Depth ，将弹出如图 8-54 所示的 Cycle 深度对话框，除模型深度（Model Depth）是指实体模型上特征孔的实际深度外，其他每一种深度定义方式所表示的意义如图 8-55 所示。



图 8-54

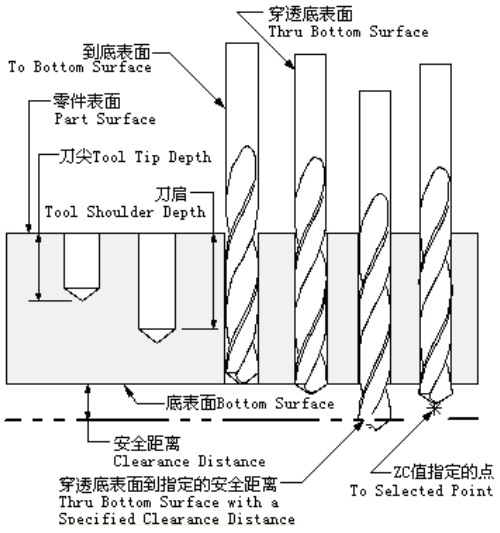


图 8-55

2．切削进给速度（Feedrate）

切削进给速度指钻削时的速度，可选每分钟进给多少毫米（MMPM）或每转进给多少毫米（MMPR）。

3．停留时间（Dwell）

停留时间是指刀具到达指定的钻削深度之后要停留的时间，选择此项，将弹出如图 8-56 所示的对话框。



图 8-56

关：刀具不停留。

开：刀具停留，仅用于标准循环。

秒：指定停留秒数，单位为秒（Sec）。

转：指定停留转数，单位为转数（Rev）。

4．选项（Option）

该选项用于所有标准循环，其值只有 On 和 Off，其功能取决于后处理器。

5．CAM

设置 CAM 值，用于没有可编程 *Z* 轴的机床，指定一个预置的 CAM 停刀位置，以控制刀具深度。

6．退刀距离（RTRCTO）

退刀距离，是指沿刀轴方向测量的从零件表面（Part Surface）到退刀点的距离。

7．沉孔直径（Csink Diameter）

指定沉孔直径，仅用于 Standard Drill,Csink 循环。

8．入口直径（Entrance Diameter）

通常是在一个已有的圆柱孔上钻沉孔，入口直径指已有的圆柱孔的直径，仅用于 Standard Drill,Csink 循环。

9．增量（Increment）

钻削增量，仅用于啄钻（Peck Drill）和断屑钻（Break Chip）两个仿真循环。当选择任一仿真循环后，将弹出如图 8-57 所示的对话框，单击 Increment 按钮，出现如图 8-58 所示的 3 种增量选择方式。



图 8-57



图 8-58

空：不指定增量，刀具一次钻削到要求深度。

恒定：指定常值增量。

可变的：指定可变增量，选择该选项将弹出增量设置对话框，可根据需要设置 1 至 7 种增量值。

练习　3

【目的】使用啄钻仿真循环创建深孔钻削操作，学习仿真循环用法。

本练习可参考配书光盘中的视频文件光盘\nxcam_video\ptp\drilling_3 _v.exe 或按以下步骤完成。

Step 1　打开零件

- Open→光盘\nxcam_parts\ptp\ drilling_3.prt。

Step 2　运行加工模块

- Start→Manufacturing。

Step 3　定义工件（WORKPIECE）

- 在导航工具条中单击，切换到几何视图，如图 8-59 所示。
- 双击 MCS_MILL，打开加工坐标系定义对话框，定义 MCS 与 WCS 重合，如图 8-60 所示。
- 安全设置选为平面，指定 ZC=10 作为安全平面，如图 8-60 所示，单击确定。



图 8-59

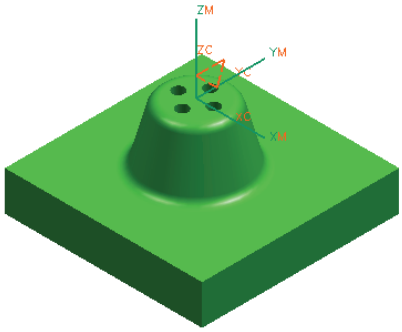


图 8-60

- 双击 WORKPIECE，打开如图 8-61 所示的铣削几何体对话框。单击，选择图形窗口中的实体模型为被加工零件，单击，选择自动块定义毛坯，单击选择零件材料，单击确定结束加工几何定义。



图 8-61

Step 4　创建钻削几何

- 单击，设置如图 8-62 所示的参数，单击确定，打开钻加工几何定义对话框，如图 8-63 所示。



图 8-62



图 8-63

- 单击，打开如图 8-64 所示的点到点几何体对话框。单击选择，使用默认参数组，选择如图 8-65 所示的 4 个孔位，单击确定。

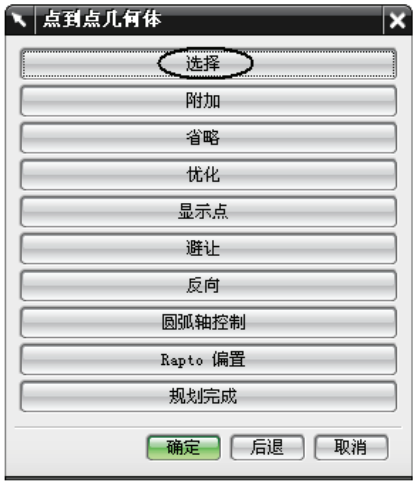


图 8-64

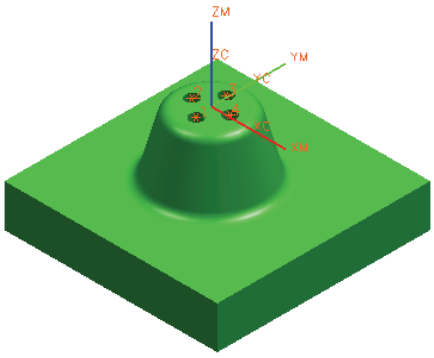


图 8-65

- 单击确定，结束加工点位定义，返回到如图 8-63 所示的对话框中，单击，定义如图 8-66 所示的零件表面，单击确定，单击，定义如图 8-67 所示的底表面，单击确定两次，结束钻削几何定义。

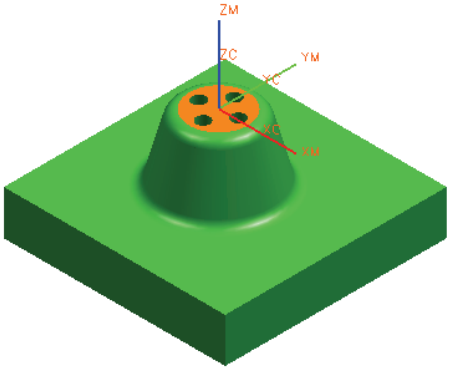


图 8-66

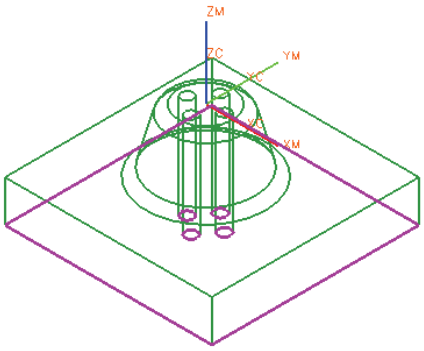


图 8-67

Step 5　创建孔加工刀具

- 分别创建直径为 2mm 的中心钻和 5.8mm 的钻头，具体请参看加工创建一章中的相关内容。

Step 6　创建加工中心孔操作

- 单击，选择如图 8-68 所示的操作子类型和父节点，单击确定，打开如图 8-69 所示的点钻对话框。

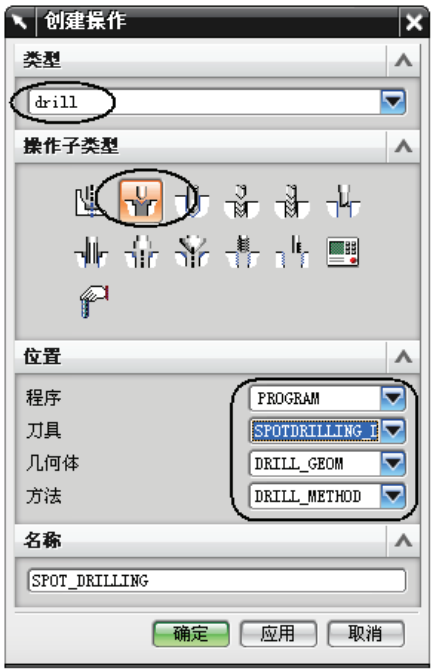


图 8-68



图 8-69

- 单击循环下拉菜单，选择标准钻循环，当出现指定循环参数组对话框时，单击确定，打开 Cycle 参数对话框，单击 Depth ，设置刀尖深度 Tool Tip=2，如图 8-70 所示，单击确定，结束循环参数设置。

Step 7　生成刀轨

- 单击生成刀轨，如图 8-71 所示。



图 8-70

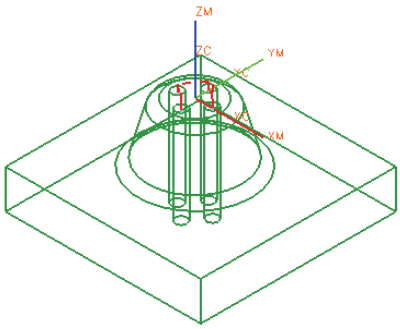


图 8-71

Step 8　创建钻孔操作

- 单击，选择如图 8-72 所示的操作子类型和父节点，单击确定，打开如图 8-73 所示的钻对话框。

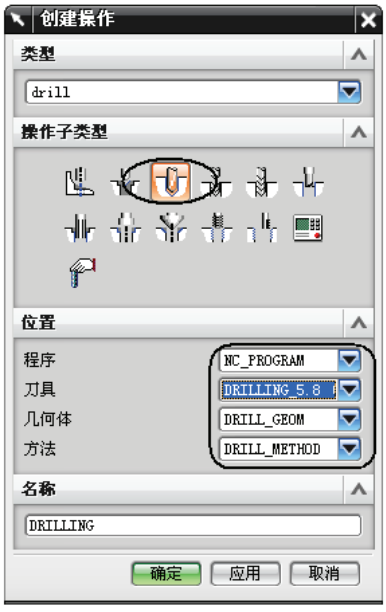


图 8-72



图 8-73

- 单击确定，打开参数设置对话框，单击循环下拉菜单，选择啄钻仿真循环 Peck Drill，同时在弹出的对话框中设置步进安全距离 Distance=2，单击确定。
- 在循环参数组对话框中，设置如图 8-74 所示的切深参数，切削增量 Increment 设置为恒定，其值为 5，单击确认。



图 8-74

- 单击生成刀轨，如图 8-75 所示。

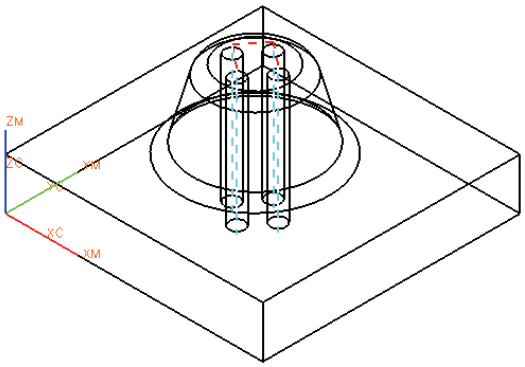


图 8-75

第 9 章　共同参数选项

主要内容

- 切削方法
- 切削步距
- 非切削运动
- 切削速度
- 机床控制

切削模式、切削步距、非切削运动、拐角控制（只用于平面铣和型腔铣）、切削速度及机床控制参数是每一个操作中必须有的参数，这里把它们称为共同参数选项。

9.1　切削模式

切削模式（Cut Method）也叫切削方法，是指刀具在切削时的走刀方式。每一种铣削方法都有其特点，因此其走刀方式也各有异同，图 9-1 和图 9-2 分别是型腔铣和固定轴曲面轮廓铣的切削模式。本节就常用的铣削方法进行简要讲解，如果要了更多细节，请参考 NX 用户手册或其他相关参考书。



图 9-1

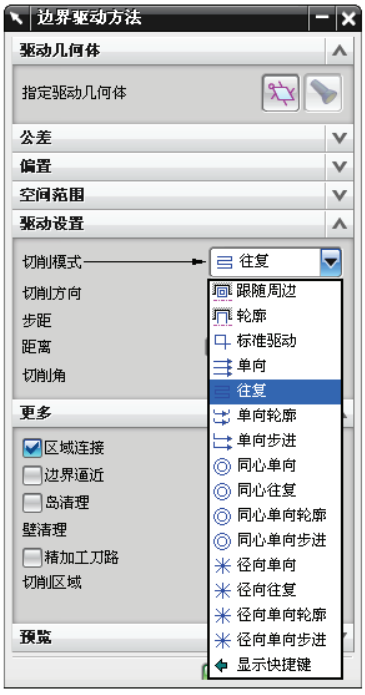


图 9-2

1．（Zig-Zag）

往复式走刀，这种切削方式刀轨连续，没有抬刀，是最经济和最节省时间的走刀方式，主要用于平表面的加工，图 9-3 是往复式切削示意图。

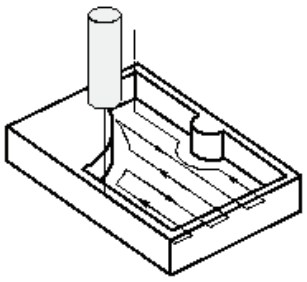


图 9-3

使用往复式切削时，可在操作对话框中指定切削角（Cut Angle，刀轨与 *XC* 轴的夹角），也可在切削参数设置对话框中指定切削角和侧壁清理（Wall Cleanup）等选项，如图 9-4 所示。注意当使用往复式走刀挖腔时，侧壁可能会留下余量，选择侧壁清理即可切除。



图 9-4

2．（Zig）

单向平行走刀，刀轨始终维持顺铣或逆铣切削，切削不连续，空走刀多，切削效率低，一般用于端面铣削，图 9-5 是单向切削示走刀意图。单向切角与往复式切削角一样，切削参数设置与往复式走刀相类似。

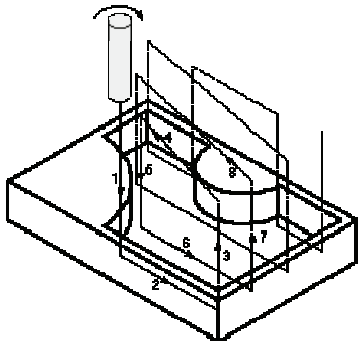


图 9-5

3．（Zig With Contour）

单向带轮廓切削，用于创建平行的、单向的、沿着轮廓的刀位轨迹，始终维持着顺铣或逆铣切削，空走刀多，切削效率低，图 9-6 是走刀示意图，切削参数设置与往复式走刀相类似。

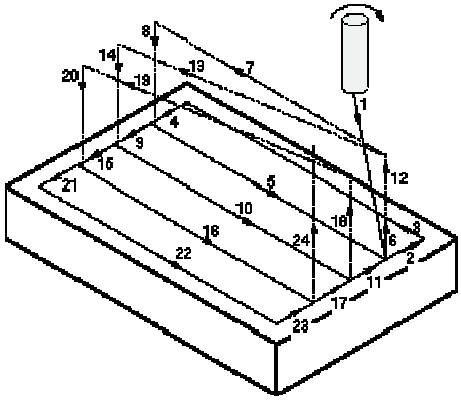


图 9-6

4．（Follow Periphery）

跟随外形轮廓走刀，通过对外围轮廓区域的偏置生成刀轨。当内部偏置的形状产生重叠时，它们将被合并为一条刀轨，再重新进行偏置产生下一条刀轨，所有的刀轨在加工区域中都以封闭的形式呈现，如图 9-7 所示。

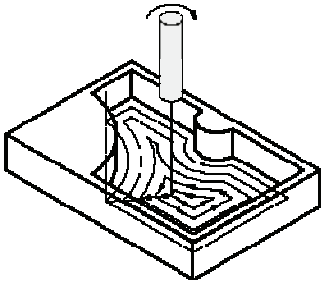


图 9-7

使用此切削方式时，可设置刀轨从里向外（Outward）或从外向里（Inward）、岛屿清理（Island Cleanup）、边界近似（More→Boundary Approximation）等参数，分别如图 9-8 和图 9-9 所示。

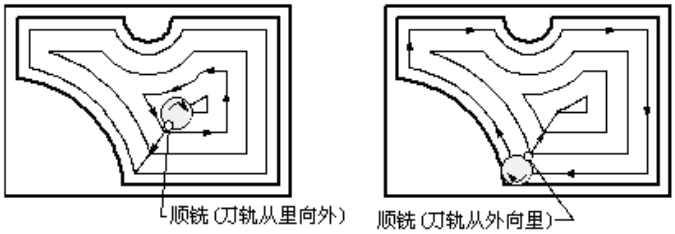


图 9-8

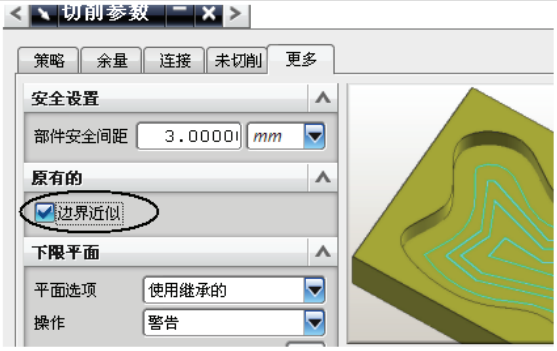


图 9-9

5．（Follow Part）

跟随零件走刀，通过对零件几何偏置产生刀轨。该切削方式不同于跟随外形轮廓走刀，只从外围轮廓进行偏置，而是从零件几何体定义的所有外围轮廓（包括岛屿、内腔）进行偏置生成刀轨，该切削方式的参数设置除了没有向外或向内切削外，其他均与跟随外轮廓切削方式相同，主要用于复杂型腔加工，图 9-10 是跟随零件走刀示意图。

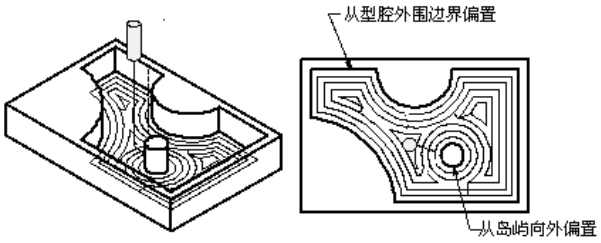


图 9-10

6．（Trochoidal）

摆线走刀，刀具轨迹类似展开的弹簧，如图 9-11 所示。在加工狭窄区域时，为了避免刀具被全部埋入材料中，摆线模式将是较好的选择。使用摆线加工时，步距不得大于摆线宽度的三分之二，同时应注意刀具直径的选择，如果刀具太大，则不能生成刀轨，此时应尝试减小刀具直径。

摆线加工主要用于高速加工，使用时，可设置如图 9-12 所示的切削参数。

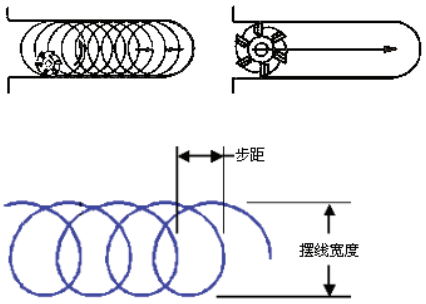


图 9-11



图 9-12

7．（Profile）

轮廓走刀，创建一条或者指定数量的刀轨完成零件侧壁轮廓的加工，用于开放或封闭的区域，图 9-13 是刀轨示意图。当使用轮廓走刀时，附加刀轨（Additional Passes）选项被激活，可指定附加轮廓走刀的次数，如图 9-14 左图所示。

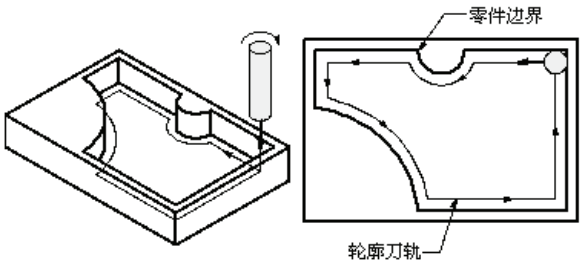


图 9-13

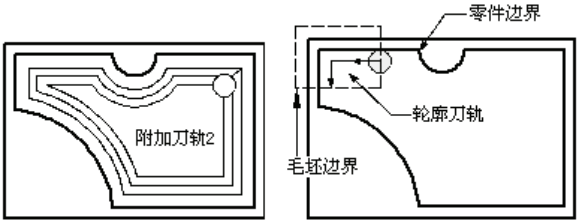


图 9-14

当使用轮廓走刀时，可使用毛坯边界和零件边界共同定义部分轮廓刀轨，如图 9-14 右图所示。

8．（Standard Drive）

标准驱动走刀，一种轮廓切削方式，它严格地沿着指定的边界切削。使用这种切削方式时，可以允许刀轨交叉，如图 9-15 所示。

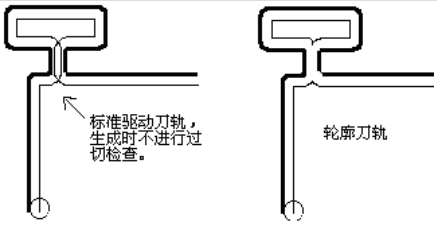


图 9-15

使用该切削方式时，不但可以设置附加刀轨数（Additional Passes），还可设置如图 9-16 所示的自相交参数。



图 9-16

9.2 切削步距

切削步距（Stepover）是指相邻两次走刀之间的距离，在 *XY* 平面上计算。对于粗加工，由于切削用量大，应选用较小的步距，而精加工可选用较大的步距；步距与加工刀具相关，如果使用立铣刀（平底刀），步距可大些，对于球刀，步距应小些。总之，步距应根据加工方式及使用的刀具类型等因素设定。

在操作对话框中选择步距，可见如图 9-17 所示的 4 种定义方式：常量（Constant）、残留高度（Scallop）、刀具直径百分数（Tool Diameter）以及可变步距（Variable）。

1．常量（Constant）

常量，直接输入数值指定步距。使用此方式定义步距时应注意，输入的步距值不能大于刀具直径，图 9-18 是常数步距示意图。

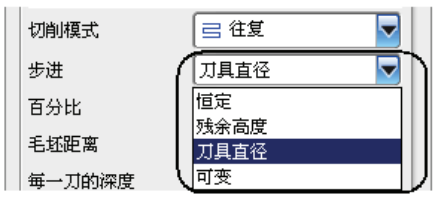


图 9-17

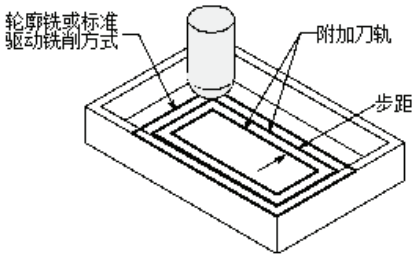


图 9-18

2．残留高度（Scallop）

残留高度，相邻两刀轨之间残留材料的高度，如图 9-19 所示。残留高度直接影响加工精度，对于精加工，通常使用残留高度设置步距。

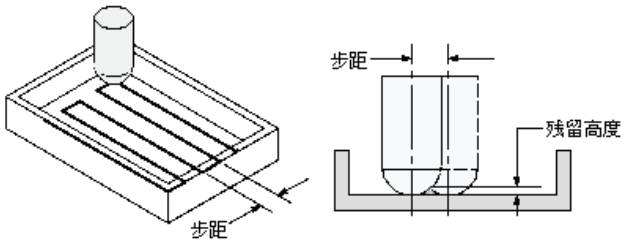


图 9-19

3．刀具直径百分数（Tool Diameter）

刀具直径百分数。若输入的刀具直径的百分比数值无法平均等分切削区域，则系统自动计算出一个略小的步距来平均等分切削区域。对于平底刀而言，粗加工时，步距应不超过刀具直径的 50%，精加工时可取较大值。若使用球刀加工，则应选用更小的步距。对于如图 9-20 所示的牛鼻刀，刀具直径百分数为有效直径的百分数。

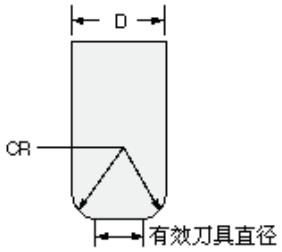


图 9-20

4．可变步距（Variable）

可变步距有两种设置方法：一是当选用往复式走刀、单向走刀及单向带轮廓走刀时，可变步距只设置最大和最小步距，如图 9-21 所示，系统自动计算余量最小的刀轨数；二是当选用其他走刀方式（摆线走刀除外）时，不但要输入步距值，同时要指定几条刀轨使用此步距值，最多可以指定 6 组数据，如图 9-22 所示。

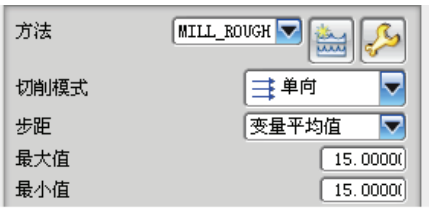


图 9-21

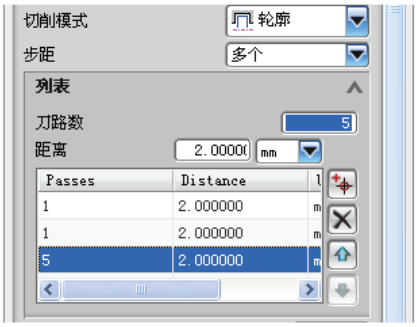


图 9-22

9.3 非切削运动

非切削运动是为完成切削移动而进行的辅助运动。非切削运动可发生在切削运动之前、切削移动之后或者切削移动之间，它们可以是简单的进刀/或退刀运动，也可以是用户定义的一系列进刀、退刀和横越运动，图 9-23 中的虚线轨迹均为非切削运动。

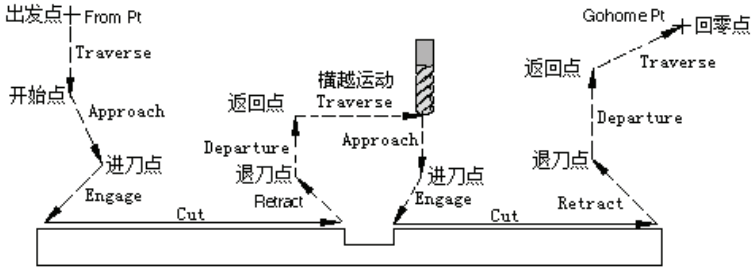


图 9-23

- 在操作参数设置对话框中单击，打开如图 9-24 或图 9-25 所示的非切削运动对话框。

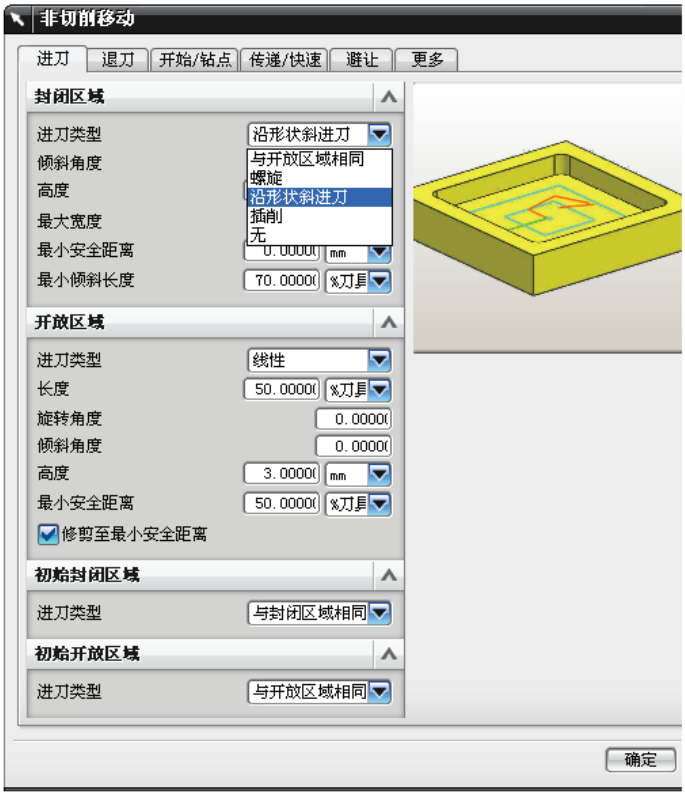


图 9-24

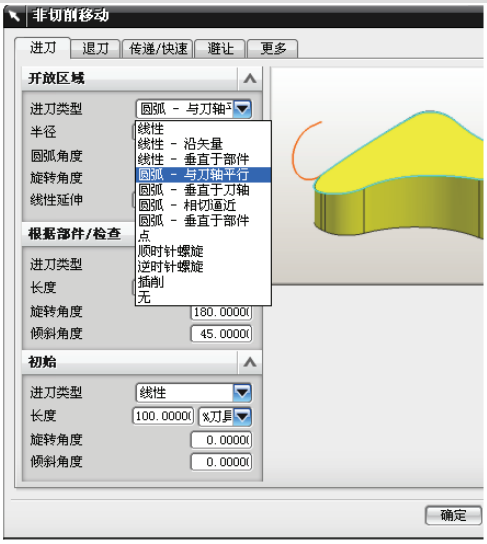


图 9-25

1. 进刀/退刀

进刀是指开始切削之前，刀具接近工件的运动；退刀则是指刀具完成切削之后，刀具离开工件的运动。

对于粗加工，封闭区域通常使用螺旋或斜线进刀且斜角不大于 5°，开放区域则可插削进刀，以减少进刀时间；对于固定轴曲面轮廓铣削，则有如图 9-25 所示的多种进刀方法可供选择。

2. 开始/钻点

在型腔铣和平面铣中，非切削运动对话框中有开始/钻点选项，如图 9-26 所示。

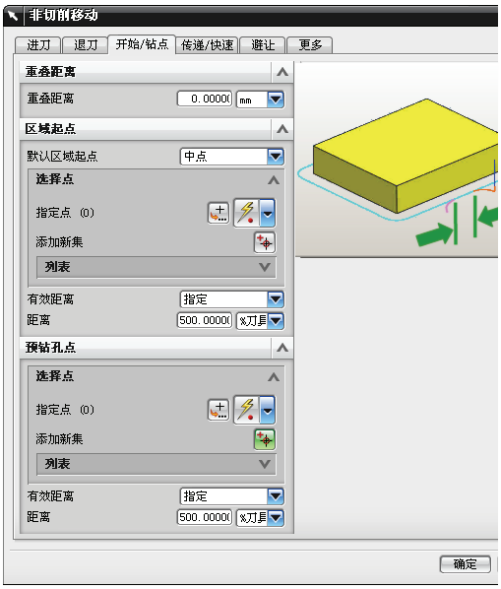


图 9-26

- 区域起点

区域起点指定下刀位置和步距方向。在平面铣和型腔中，刀轨均为水平层状，每一切削区域的每一切削层刀轨都有一个切削开始点，这个点可由系统自定，也可由用户指定。当用户定义多个切削区域开始点时，最接近某个切削区域的点会成为这个切削区域起点。

实际上，切削区域起点一般不会刚好落在用户指定的点上，系统会根据切削区域形状等因素确定一个最接近用户指定的点作为实际的开始切削点，因此，此点的位置只需近似定义。

- 预钻孔点

预钻孔点指定在预先加工的孔位或在毛坯材料的空处进刀，以加快进刀速度，提高切削效率，通常用于在整块实心毛坯上挖槽的加工。例如在图 9-27 中，当在毛坯上钻孔并将其指定为预钻进刀点之后，加工时刀具先移动到预钻孔点之上的由安全平面或最小安全距离定义的位置处，沿刀轴方向对准预钻进刀点垂直下刀，到达切削层位置时，刀具以切削速度水平运动进行切削。注意，若在一切削区域中指定了多个预钻孔点，只有最接近切削区域开始点的那个预钻孔点有效。

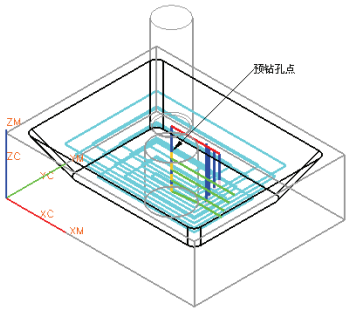


图 9-27

3．传递/快速

传递（Transfer）是指刀具从一个切削区域移动到另一个切削区域的横越运动，图 9-28 是传递/快速选项卡。通常刀具的横越路线会绕过零件的岛屿和侧面，否则刀具要从前一个切削区域的退刀点抬刀到用户指定的高度进行横越，以到达下一个切削区域的进刀点。注意，为了提高切削效率，应当在切削速度设置中为横越运动指定较高的运动速度。

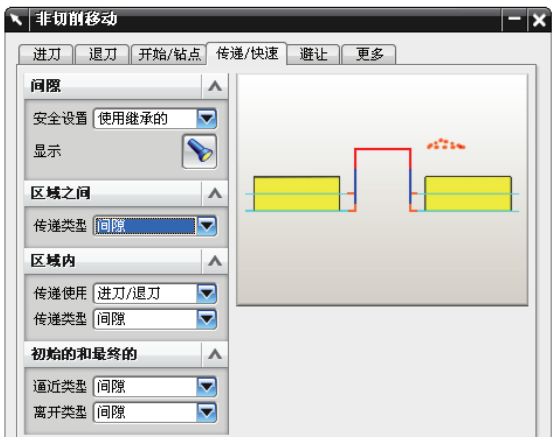


图 9-28

4．避让

几何（Avoidance）用于定义切削开始之前或切削结束之后的刀具运动，以避免撞刀。图 9-29 是避让选项卡，用户可使用点构造器对话框定义。

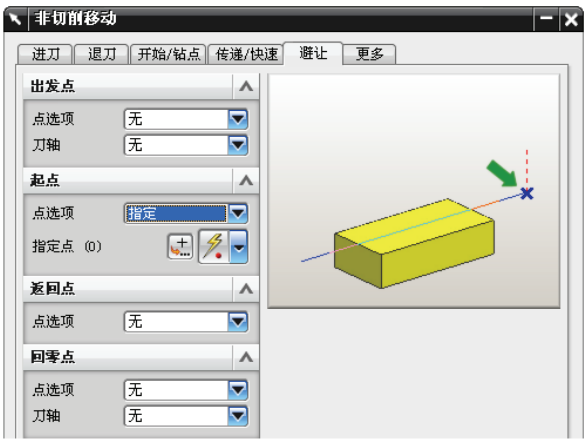


图 9-29

5．更多

更多选项中有碰撞检查和刀具补偿两个参数。

碰撞检查如图 9-30 所示，当刀具碰到如检查几何等障碍物时抬刀，避免与之碰撞。

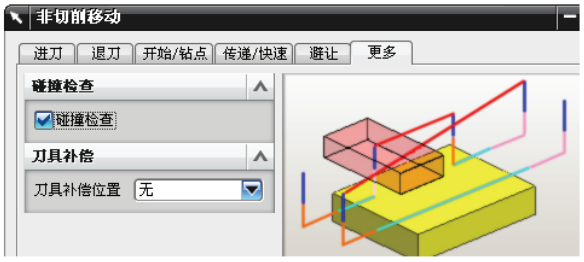


图 9-30

在加工过程中，由于刀具磨损等原因会引起刀具直径尺寸的变化，为了保证加工精度，需要对刀具尺寸进行补偿。有 3 种补偿形式，如图 9-31 所示，其补偿值通常放置在机床的寄存器中。

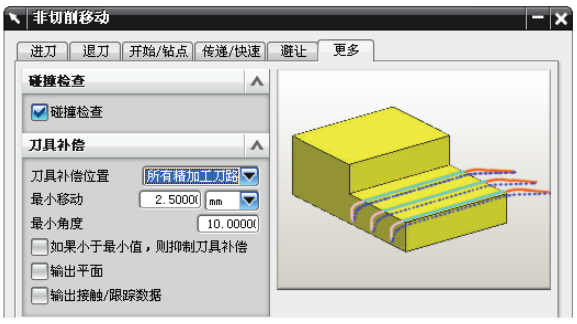


图 9-31

9.4 切削速度

一个完整的切削过程包括快进（Rapid）、接近（Approach）、切削（Cut）、退刀（Retract）以及返回（Return）等运动方式。一般情况下，非切削运动如快进、返回等可设置较高的进给速度，而切削运动则应根据零件材料、刀具材料、切削方式、切削深度、加工余量、公差等参数进行设置。

在操作对话框中单击，打开如图 9-32 所示的对话框。在对话框中，用户可以根据经验或查阅相关资料确定切削和进给速度；也可以单击按钮，从表格中重置 （Reset from Table ）由系统自动计算。



图 9-32

表 9-1 对各种进给速度进行了说明，供设置时参考。

表 9-1

进 给 速 度	含　义
快进速度 Rapid	一般可取较大值。
接近速度 Approach	刀具进入切削前的进给速度，可比 Rapid 速度小些。如果为零，系统则根据不同的切削情况，可能使用 Rapid、Cut 或 Engage 速度代替。
进刀速度 Engage	刀具进入切削前的进给速度，可比 Approach 和 Cut 速度小些。如果为零，系统则用 Cut 速度代替。
第一刀切削速度 First Cut	切削进给速度，考虑毛坯的不规则、硬皮等因素，可取比 Cut 小的值。一般可使用默认的零值，系统则用 Cut 速度代替。
步距进给速度 Stepover	相邻两刀之间的跨越切削速度。如果抬刀跨过，则系统使用 Rapid 速度代替。一般可使用默认的零值，系统将使用 Cut 速度代替。
切削速度 Cut	刀具正常切削进给速度，可根据经验输入，或在切削手册中查找，或使用 Reset from Table 由系统计算。
横越速度 Traversal	刀具从一个切削区域转到另外一个切削区域时的运动速度，一般可使用默认的零值，系统将使用 Rapid 速度代替。
退刀速度 Retract	刀具离开切削区的速度。一般可使用默认的零值，系统将使用 Rapid 速度代替，但若采用圆弧退刀方式，则系统使用 Cut 速度代替。
返回速度 Return	刀具切削结速后返回 Return Point 点的速度，一般可使用默认的零值，系统将使用 Rapid 速度代替。

9.5　机床控制

机床控制（Machine）用于控制机床动作，如主轴停转、换刀以及冷却液开关等，这些后处理命令一旦定义，将输出在刀位文件和 NC 程序中。

在操作对话框中单击机床控制，显示如图 9-33 所示的创建和编辑刀轨开始端（Start Events）和结束端 （End Events）对话框。



图 9-33

单击，打开如图 9-34 所示的后处理命令重新初始化对话框。在对话框中可以选择从模板或操作中复制后处理命令。

单击，打开如图 9-35 所示的用户定义事件对话框，可使用增加、删除等功能编辑后处理命令。



图 9-34



图 9-35

表 9-2 列出了一些常用的后处理命令，供参考。

表 9-2

后处理命令	说　明	刀具路径输出	NC 输出
Extra Tool Change	特殊换刀	LOAD/TOOL	M06
Extra Spindle On	主轴特殊旋转	输出 SPINDL/	M03
Spindle Off	主轴停转	输出 SPINDL/OFF	M05
Coolant On	冷却液开	输出 COOLNT/	M08
Coolant Off	冷却液关	输出 COOLNT/OFF	M09
Tool Length Compensation	刀长度补偿	输出 SET/ADJUST	H
Cutter Compensation	刀具直径补偿	当设定的刀具尺寸与实际尺寸不符时，使用此补偿以修正刀轨，输出 CUTCOM/（只适用于平面铣和型腔铣）	D
Sequence Number	顺序号	控制程序行号的生成，输出 SEQNO/	
Clamp	夹紧工作台	输出 CLAMP/	
Tool Preselect	刀具预选	在换刀前预选刀具，以节约换刀时间，输出 SELECT/（部分机床支持此命令）。	
Stop	程序结束	如果有多个操作，则在最后一个程序中使用，生成 STOP	M02

练习

【目的】学习添加机床控制命令。

本练习可参考配书光盘中的视频文件光盘\nxcam_video\opts\option _v.exe 或按以下步骤完成。

Step 1　打开零件

- Open→光盘\nxcam_parts\opts\option.prt。

Step 2　设置机床控制参数

- 单击，打开操作导航器对话框，如图 9-36 所示。
- 双击 CAVITY_MILL 操作，打开型腔铣对话框，如图 9-37 所示。



图 9-36

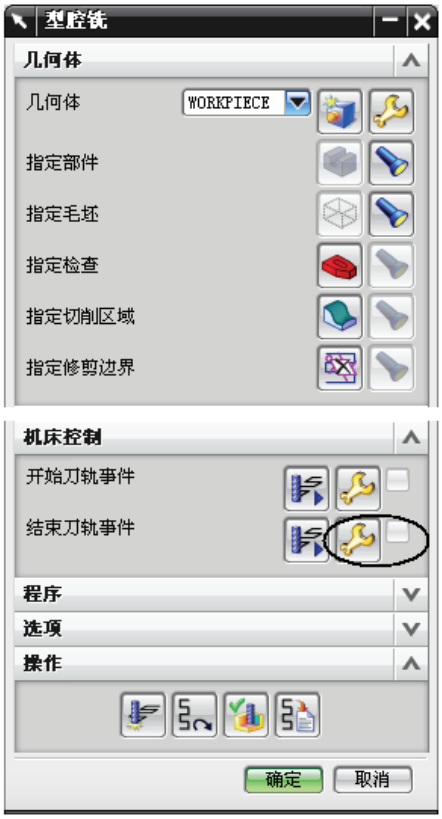


图 9-37

- 在结束刀轨事件中单击，打开如图 9-38 所示的对话框。单击 Spindle Off，单击添加，单击 Coolant Off，再单击添加，则在定义的列表中显示已添加的主轴停转和关闭冷却液功能，单击确定。

Step 3　生成刀轨

- 在操作对话框中单击，重新生成刀轨。

Step 4　显示刀轨信息

- 在操作对话框中单击，显示已添加的机床控制命令，如图 9-39 所示。



图 9-38

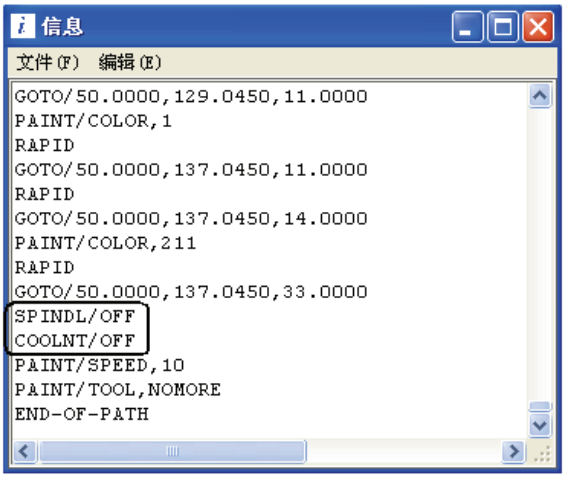


图 9-39

- 在操作对话框中单击 OK，保存操作并退出操作对话框。

Step 5　后处理输出 NC 程序

- 在加工操作工具条中单击，打开后处理器对话框，选择后处理器 MILL_3_AXIS，单击确定，输出 NC 程序，在信息对话框和 NC 程序中，均可以看到如图 9-40 所示的主轴停转 M05 和切削液关闭 M09。

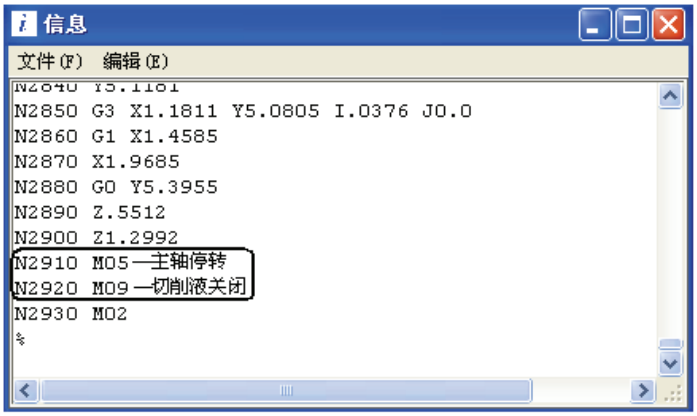


图 9-40

第 10 章　输出 NC 程序和车间工艺文件

主要内容

- 后处理
- 输出 NC 程序
- 输出车间工艺文件

10.1　后处理

在前面的章节中，主要介绍了编写加工程序的各种方法，所编写的加工程序只生成刀轨，它不能直接驱动数控机床完成加工，它必须经过后处理。

后处理就是使用一种特殊的后处理程序，把刀轨转换成直接驱动机床的 NC 程序。由于各种数控机床的硬件和软件系统都有差异，这就要求每一种机床都需要有特殊的后处理程序，这样才能把刀轨转换成它能接受的 NC 程序。

NX 不但提供了一些通用的后处理程序，而且还提供了一个通用的后处理程序开发平台（NX/Post Builder）。用户使用该平台，可直接开发适用于特定机床的后处理程序，有需要的用户可参考相关资料进行开发，而本书只说明如何使用已编写好的后处理程序对生成的操作进行后处理，从而输出 NC 程序。

10.2　输出 NC 程序

在图 10-1 所示的加工操作工具条中，有后处理（Post Process）功能按钮。

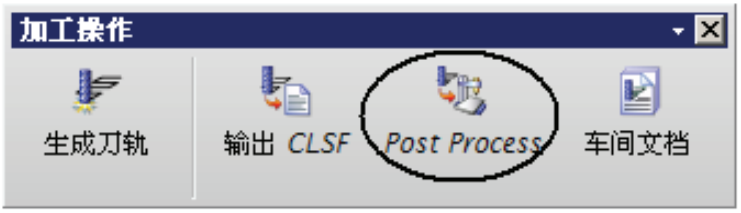


图 10-1

在操作导航器窗口中，选择一个操作或程序组后，图 10-1 所示的后处理按钮将亮显，即变为可被使用状态，单击将打开如图 10-2 所示的对话框。在对话框中选择或查找到一个后处理程序，指定输出 NC 程序的文件名，扩展名 PTP 可直接改为 NC，单击确定，即可输出 NC 程序。在输出 NC 程序时，应注意两点：1.系统规定只能对单一操作或程序组进行后处理，因此在完成操作创建之后，应按工艺要求对操作进行分组。例如把使用同一把刀具的操作放在同一个程序组里，这样在加工时就可以减少换刀次数；2.若使用系统提供的通用后处理程序，生成的 NC 程序可能需要编辑后才能用于加

工，否则加工时可能会出错。



图 10-2

练习　1

【目的】一个操作、多个操作或程序组内的全部操作进行后处理，输出 NC 程序。

本练习可参考配书光盘中的视频文件光盘\nxcam_video\ post\output_nc _v.exe 或按以下步骤完成。

Step 1　打开零件

- Open→光盘\nxcam_parts\post\output_nc.prt。

Step 2　运行加工模块

- Start→Manufacturing。

Step 3　单一操作输出 NC 程序

- 单击，切换到程序视图。
- 单击，打开操作导航器对话框。
- 单击选择 CAVITY_MILL 操作，如图 10-3 所示。

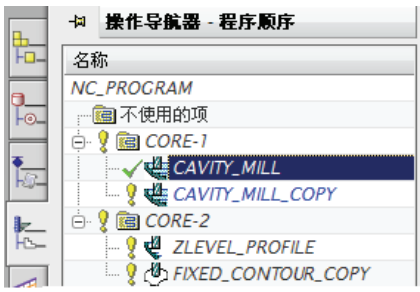


图 10-3

Step 4　后处理输出 NC 程序

- 在图 10-1 所示的工具条中单击，打开如图 10-4 所示的对话框，选择后处理程序，指定输出文件名称，单击确定进行后处理。



图 10-4

- 后处理结束后，在屏幕上将显示如图 10-5 所示的信息框，同时在指定目录下也已输出了 NC 程序。

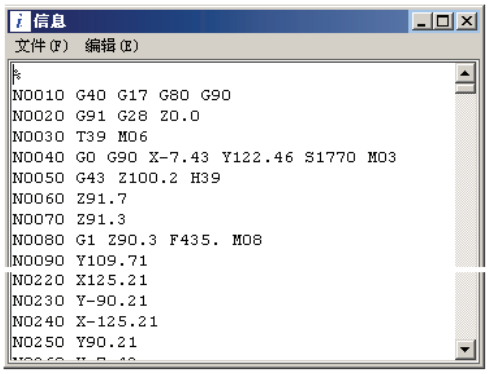


图 10-5

Step 5　单一程序组内的操作输出 NC 程序

- 单击，切换到程序视图。
- 单击，打开操作导航器对话框。
- 单击选择一个要输出 NC 程序的程序组，例如在图 10-6 中选择了 CORE-1 程序组。

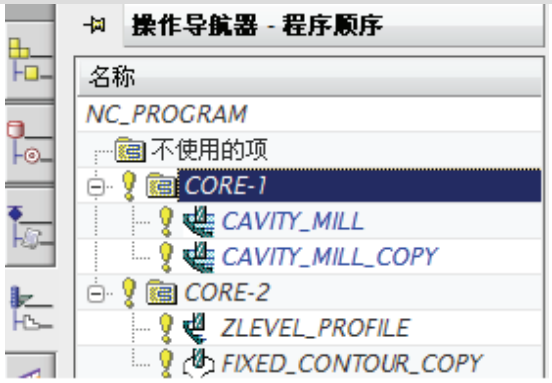


图 10-6

- 重复 Step 4，将按此程序组中操作的排列顺序输出一个 NC 程序。

Step 6　所有程序组操作输出 NC 程序

- 单击，切换到程序视图。
- 单击，打开操作导航器对话框。
- 选择所有程序组的父节点组，如本例中选择 NC_PROGRAM 程序组，如图 10-7 所示。

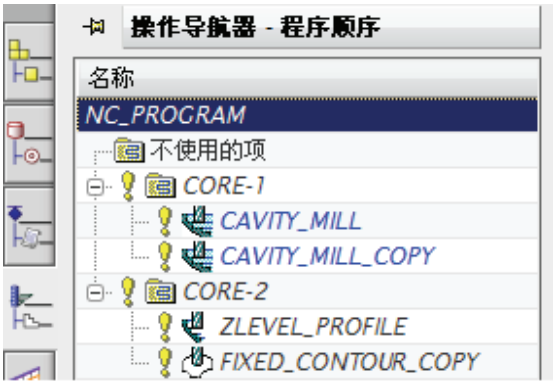


图 10-7

- 重复 Step 4，将按程序组中所有操作的先后顺序输出一个 NC 程序。

10.3　输出车间工艺文件

车间工艺文件是生产现场的指导性文件，有超文本文件（HTML）和文本文件（TEXT）两种形式。在图 10-1 所示的加工操作工具条中，有车间文档（Shop Documentation）功能按钮。

在图 10-1 中单击，打开如图 10-8 所示的车间文档对话框。在对话框中列出了可供选择的车间文件模板，选择一种模板并指定文件路径和文件名，单击确定，即可输出特定模板的车间工艺文件。



图 10-8

练习　2

【目的】学习输出车间工艺文件。

本练习可参考配书光盘中的视频文件光盘\nxcam_video\post\output_shop_doc _v.exe 或按以下步骤完成。

Step 1　打开零件

- Open→光盘\nxcam_parts\post\output_shop_doc.prt。

Step 2　运行加工模块

- Start→Manufacturing。

Step 3　输出操作列表

- 单击，选择 Operation List 格式和输出文件路径，如图 10-9 所示。



图 10-9

- 在图 10-10 中单击确定，输出了如图 10-10 所示的显示信息，同时也在指定目录下输出了文本文件格式的操作列表文件。

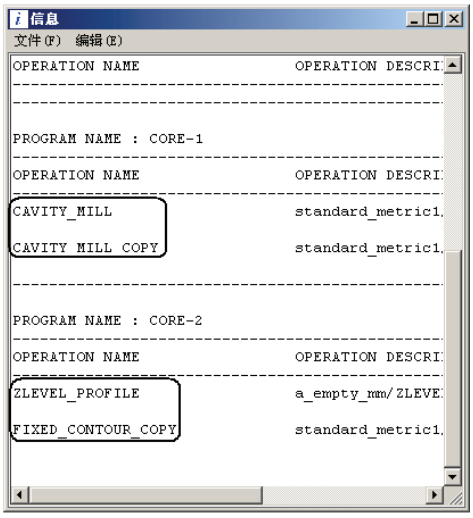


图 10-10

第 11 章　自定义模板与定制操作对话框

主要内容

- 自定义模板
- 定制操作对话框

11.1　自定义模板

通过前面的学习，我们知道了在创建操作、创建刀具、创建加工几何以及创建加工方法时，都要先选择一种子类型（Subtype），例如在创建轮廓铣削操作时，要选择如图 11-1 所示的一种操作子类型，而在创建加工几何时，要选择如图 11-2 所示的一种几何体子类型，这些子类型就是模板，它能帮助我们提高编程效率。

NX 为用户提供了许多子类型，同时也允许用户自定义子类型即创建模板，下面通过一个例子讲述用户自定义模板的创建过程。

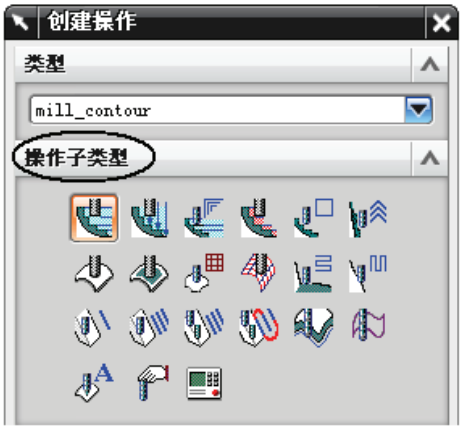


图 11-1



图 11-2

练习　1

【目的】创建自定义模板，学习操作模板和刀库创建。

本练习可参考配书光盘中的视频文件光盘\nxcam_video\template\my_milling_template_v.exe 或按以下步骤完成。

Step 1　新建模板文件

- New→C:\ProgramFiles\UGS\NX7.0\MACH\resource\template_part\metric\\my_milling_template.prt

Step 2　运行加工模块

- Start→Manufacturing。

Step 3　创建刀具

- 单击，切换到刀具视图。
- 创建如图 11-3 所示的立铣刀，具体过程请参考加工创建一章中的相关内容。
- 选中所创建的立铣刀，单击 MB3，打开快捷菜单，选择对象→模板设置，打开模板设置对话框，选择如图 11-4 所示的参数，单击确定。



图 11-3

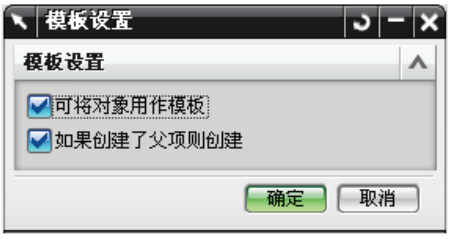


图 11-4

Step 4　创建型腔铣操作

- 切换到几何视图。
- 单击，打开创建操作对话框，选择如图 11-5 所示的操作子类型和父节点，单击确定，打开型腔铣对话框，设置如图 11-6 所示的参数。

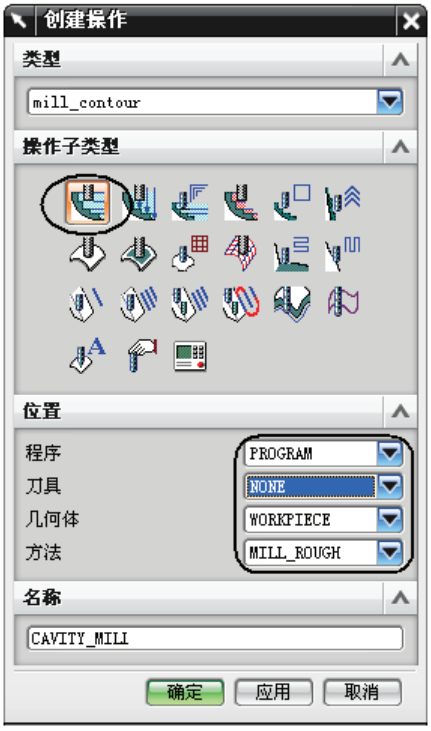


图 11-5



图 11-6

- 单击，设置如图 11-7、图 11-8 和图 11-9 所示的参数，其余参数使用默认值，单击确认。

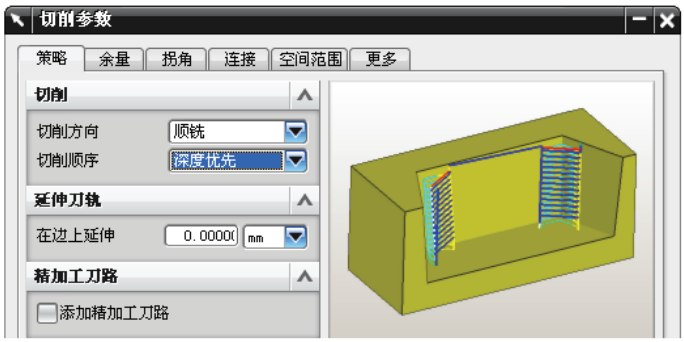


图 11-7



图 11-8

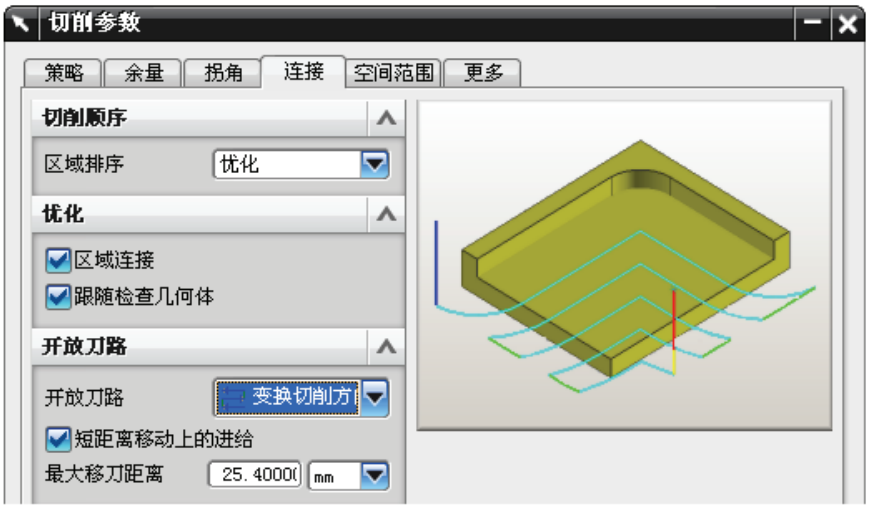


图 11-9

- 单击，设置如图 11-10 所示的非切削移动参数，单击确定。

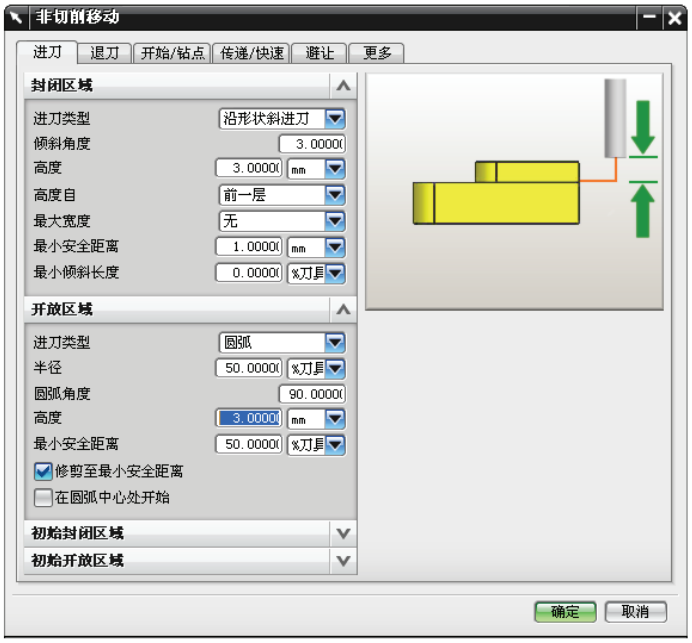


图 11-10

- 在操作对话框中单击确定，保存操作。

Step 5　创建常用操作

- 参考前一步骤中创建型腔铣操作的过程，创建如图 11-11 所示的常用操作并设置相关参数。
- 选中所创建的操作，单击 MB3，打开快捷菜单，选择对象→模板设置，打开模板设置对话框，选择如图 11-12 所示的参数，单击确定。
- 单击，保存创建的模板文件。



图 11-11

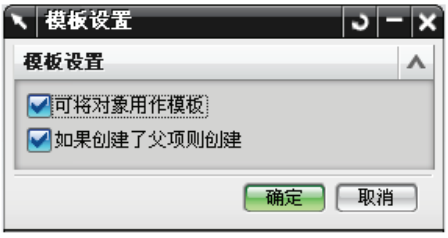


图 11-12

Step 6　编辑模板设置文件

运行记事本文字编程程序。

- Open→C:\Program Files\UGS\NX 7.0\MACH\resource\template_set\cam_general.opt
- 在公制模板中的末尾，增加自己的模板文件，如图 11-13 所示。
- 保存并退出记事本，结束模板文件编辑。

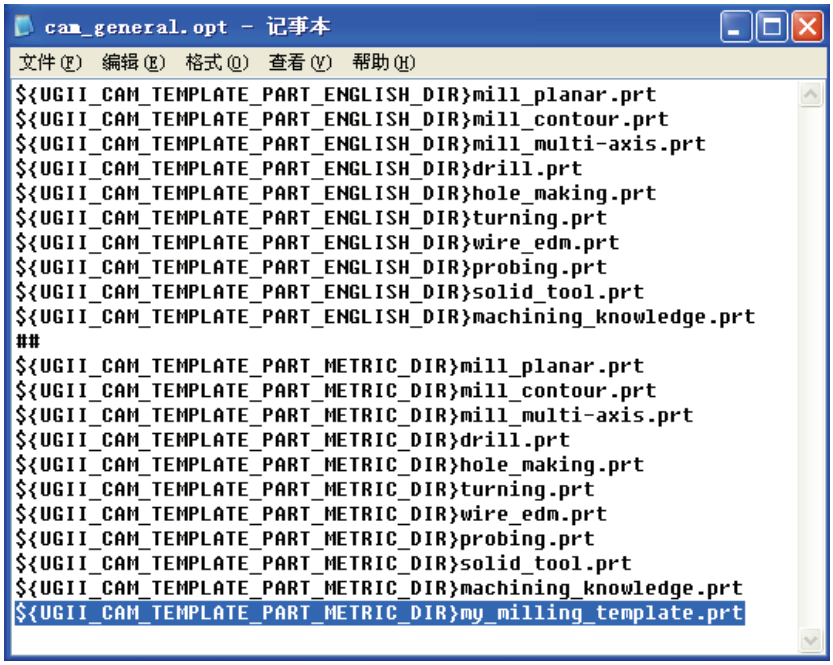


图 11-13

Step 7　加载自定义模板

- 打开一个要准备加工的 PRT 文件。
- 运行加工模块，打开如图 11-14 所示的加工环境对话框。
- 在 CAM 设置中单击，打开设置模板对话框，选择 my_milling_templat.prt 文件，如图 11-15 所示，单击确定。
- 在初始对话框中单击确定后，可以看到如图 11-16 所示的操作和如图 11-17 所示的刀具，此时只要对操作复制、删除及编辑，即可完成编程工作。


加工环境
CAM 会话配置
cam_general
cam_library
cam_part_planner_library
cam_teamcenter_library
feature_machining
hole_making
hole_making_mw
lathe
浏览配置文件
要创建的 CAM 设置
drill
hole_making
turning
wire_edm
probing
solid_tool
machining knowledge
浏览设置部件
确定
取消

图 11-14

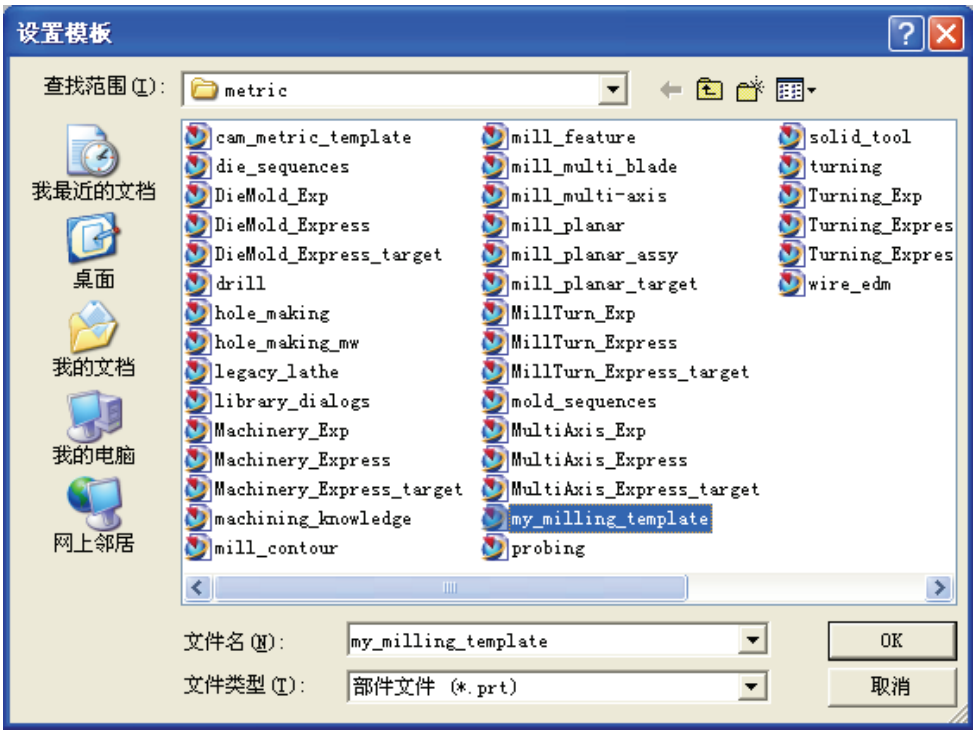

设置模板
查找范围(I):
metric
我最近的文档
桌面
我的文档
我的电脑
网上邻居
cam_metric_template
die_sequences
DieMold_Exp
DieMold_Express
DieMold_Express_target
drill
hole_making
hole_making_mw
legacy_lathe
library_dialogs
Machinery_Exp
Machinery_Express
Machinery_Express_target
machining_knowledge
mill_contour
mill_feature
mill_multi_blade
mill_multi-axis
mill_planar
mill_planar_assy
mill_planar_target
MillTurn_Exp
MillTurn_Express
MillTurn_Express_target
mold_sequences
MultiAxis_Exp
MultiAxis_Express
MultiAxis_Express_target
my_milling_template
probing
solid_tool
turning
Turning_Exp
Turning_Expres
Turning_Expres
wire_edm
文件名(N):
my_milling_template
文件类型(T):
部件文件 (*.prt)
OK
取消

图 11-15



图 11-16

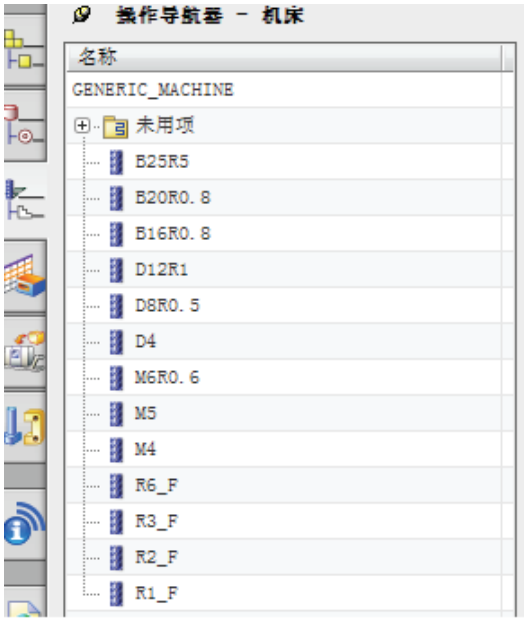


图 11-17

Step 8　使用自己定义模板创建操作

- 单击，打开创建操作对话框，选择如图 11-18 所示的自定义模板，再选择父节点，如刀具或加工方法，单击确定，打开操作参数设置对话框进行编辑，则完成编程工作。

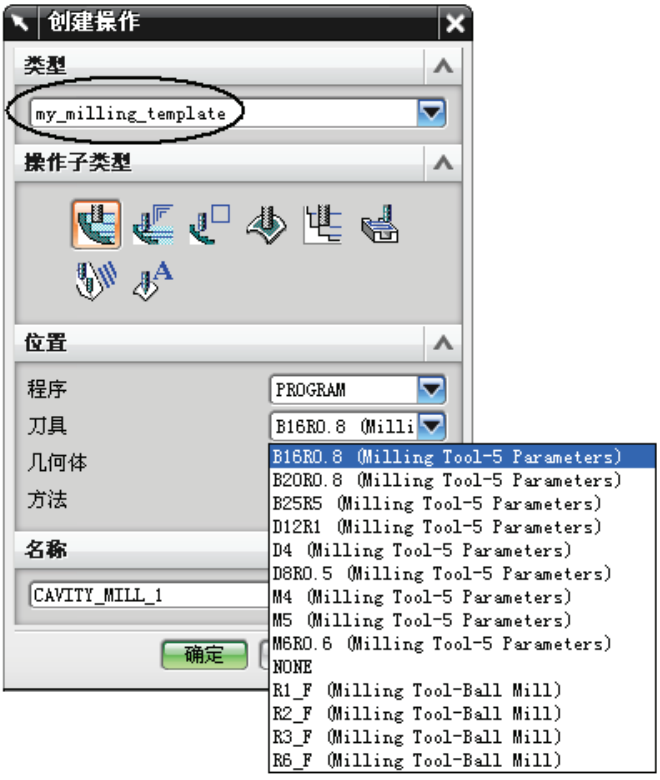


图 11-18

11.2　定制操作对话框

在每一个操作中，一些选项并不是所有用户都需要的，定制操作对话框的意义就在于对操作中的选项进行编辑，它包括增加、删除或移动位置等，从而获得必要操作选项和友好的用户界面。特别对于自定义模板中的操作子类型更应该进行编辑，以满足企业的需求。

对于任意操作，均有如图 11-19 所示的对话框。在此对话框中，可以进行 4 方面工作：（1）删除已有选项，先在已用项中选中要删除的选项，再单击；（2）增加可用选项，先在可用项中选择要增加的选项，再单击；（3）调整已用项顺序，用户可根据自己的喜好，先选定要向上或向下调整的选项，单击右侧的或；（4）其他设置，用户可使用图 11-19 中的底部工具按钮进行折叠、分组等设置。

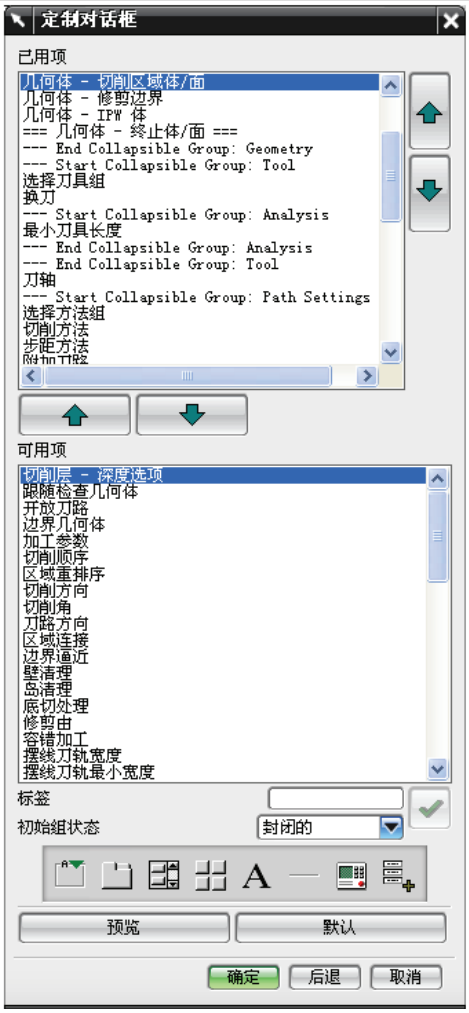


图 11-19

练习　2

【目的】学习定制操作对话。

本练习可参考配书光盘中的视频文件光盘\nxcam_video\template\c_operation_dialog_v.exe 或按以下步骤完成。

Step 1　打开模板文件

- Open→C:\ProgramFiles\UGS\NX7.0\MACH\resource\template_part\metric\my_milling_template.prt。

Step 2　运行加工模块

- Start→Manufacturing。

Step 3　定制操作对话框

- 单击，切换到几何视图，显示如图 11-20 所示的操作。

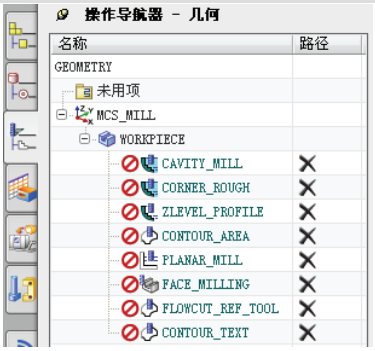


图 11-20

- 双击操作 CONTOUR_AREA，打开对话框，在图 11-21 中选择定制对话框，同样打开如图 11-22 所示的对话框；或单击操作 CONTOUR_AREA，单击 MB3，选择对象→定制，打开如图 11-22 所示的对话框。
- 在图 11-22 所示的对话框中，选择已用项几何体-检查体/面选项，单击对话框中间的向下前头，则从已用选项中删除了此项，单击预览按钮，从如图 11-23 所示的操作对话框中，可以看到检查几何选项已被删除，单击关闭按钮，结束预览又回到定制对话框中，完成所有编辑后，单击确定结束定制，结果如图 11-24 所示。



图 11-21

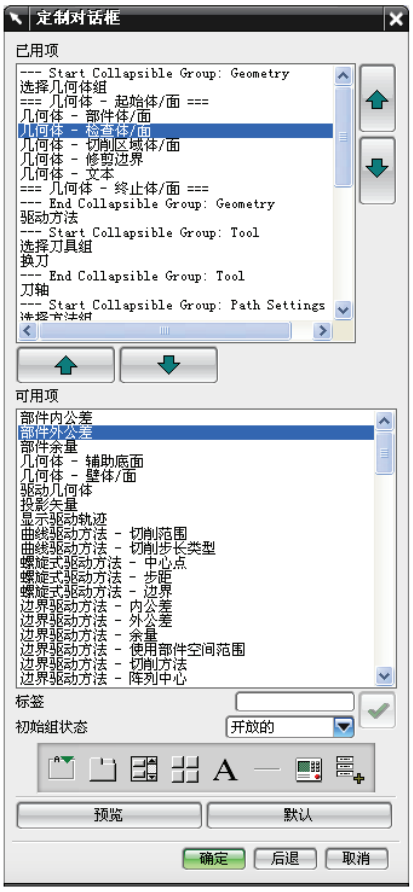


图 11-22



图 11-23



图 11-24

- 单击，保存模板文件，保存定制对话框。

实例篇

主要内容

- 典型零件铣削编程实例
- 型芯零件铣削编程实例
- 型腔零件铣削编程实例
- 电极零件铣削编程实例

第 12 章　典型零件编程实例

12.1　实例 1

工　　件：如图 12-1 所示，材料为 45 钢，硬度为 HRC45。

加工要求：铣削尺寸精度为±0.01mm；铣削表面粗糙度上限为 Ra3.2。

加工条件：机床为 MAKINO-V56，使用虎钳装加。

根据加工条件和加工要求，制订如表 12-1 所示的加工工艺方案，各操作中的切削参数、主轴转速、进给量等均按上述加工条件设定。

表 12-1

工　序	刀　具	余　量	备　注
粗加工	B25R0.8	0.40 0.2 mm	圆鼻刀/机夹刀 （可换硬质合金刀片）
	D6		半新 TiAlN 涂层刀具
半精加工	D6	0.1mm	
精加工	M6	0	全新 TiAlN 涂层刀具
	D6R3		

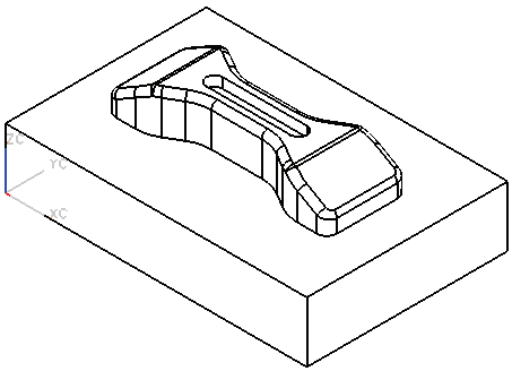


图 12-1

【目的】编写简单零件的完整铣削程序，体会编程工作过程。编程时也可使用前一章创建的模板（my_milling_template.prt），以提高编程速度。

本实例可参考配书光盘中的视频文件光盘\nxcam_video\examples\milling_1_v.exe 或按以下步骤完成。

12.1.1 编程准备

Step 1 打开零件

- Open→光盘\nxcam_parts\examples\milling_1.prt。

Step 2 运行加工模块

- Start→Manufacturing。

Step 3 定义工件（WORKPIECE）

- 单击，打开操作导航器对话框。
- 单击，切换到几何视图。
- 双击 MCS_MILL，定义 MCS 与 WCS 重合；安全设置选项为平面，距离零件上表面 10mm。
- 双击 WORKPIECE，定义如图 12-1 所示的零件为 Part，毛坯使用自动块定义，设置 ZM+=0.5，单击确定。

Step 4 创建刀具

- 创建如图 12-2 所示的刀具，具体过程请参考第 3 章中的相关内容。



图 12-2

12.1.2 创建粗加工操作

Step 1 创建型腔铣操作

- 单击，选择如图 12-3 所示的操作子类型和父节点,单击确定，打开型腔铣对话框，设置如图 12-4 所示的参数。

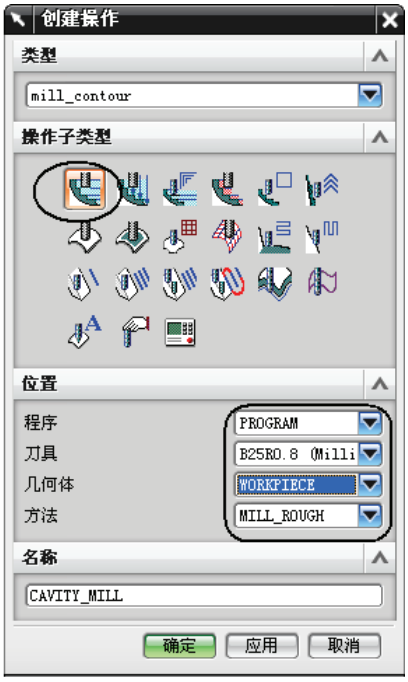


图 12-3



图 12-4

Step 2　设置切削层

- 单击，打开切削层参数对话框，删除底部切削范围，定义如图 12-5 所示的切削范围。

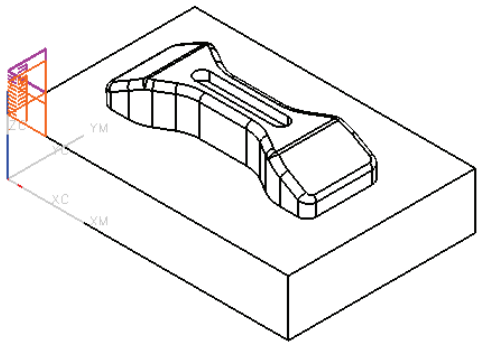


图 12-5

Step 3　设置切削参数

- 单击，设置如图 12-6、图 12-7 和图 12-8 所示的切削参数，其余参数使用默认值，单击确定。

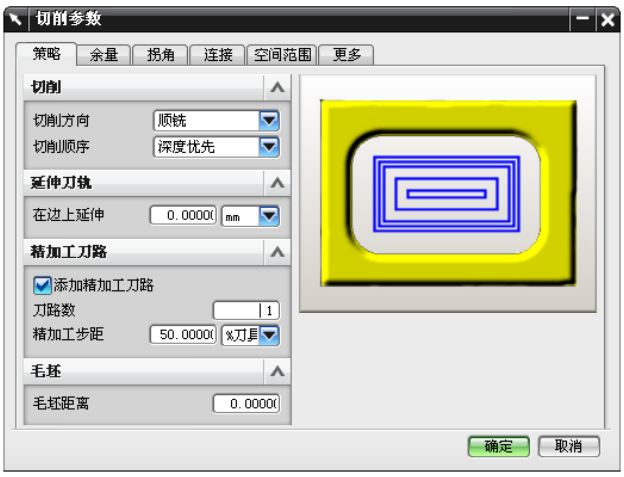


图 12-6

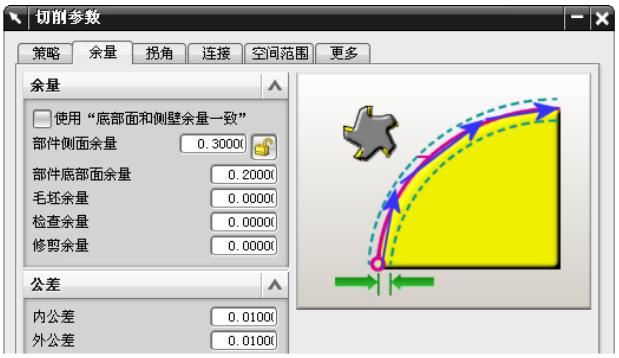


图 12-7

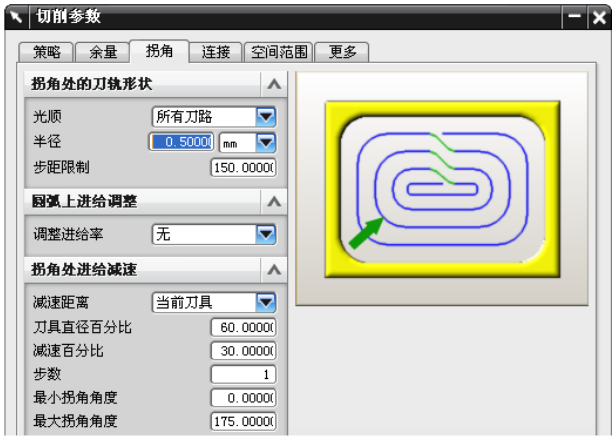


图 12-8

Step 4　设置非切削移动参数

- 单击，设置如图 12-9 所示的非切削移动参数，单击确定。

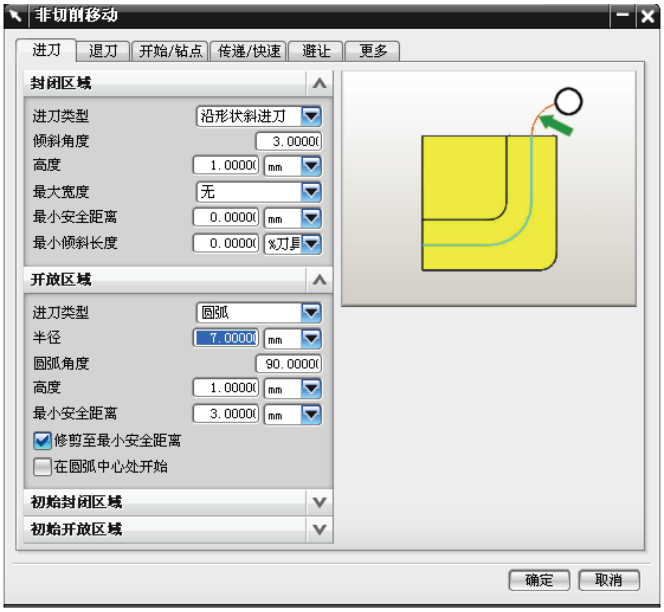


图 12-9

Step 5　设置切削速度

- 单击，设置如图 12-10 所示的进给和速度，单击确定。



图 12-10

Step 6　生成刀轨

- 单击，生成如图 12-11 所示的刀轨，单击确定。

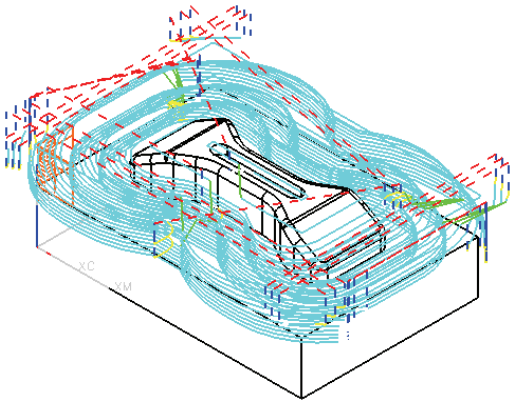


图 12-11

12.1.3　创建二次粗加工操作

Step 1　复制 CAVITY_MILL 操作，使用参考刀具方法创建二次粗加工操作。

- 单击，切换到刀具视图。
- 单击，打开操作导航器对话框。
- 单击 CAVITY_MILL 操作，单击 MB3，打开快捷菜单，选择 COPY，复制此操作，单击刀具 D6，单击 MB3，打开快捷菜单，选择内部粘贴（paste inside），粘贴此操作。
- 单击 CAVITY_MILL_COPY，打开操作对话框，设置如图 12-12 所示的参数。



图 12-12

Step 2　设置切削参数

- 单击，设置如图 12-13 所示的切削参数，其余参数使用默认值，单击确定。

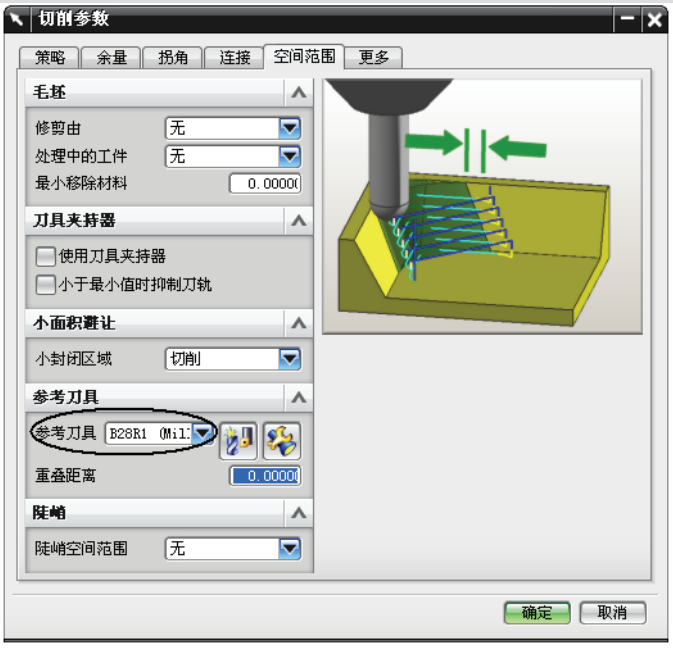


图 12-13

Step 3　设置非切削移动参数

- 单击，设置如图 12-14 所示的非切削移动参数，单击确定。

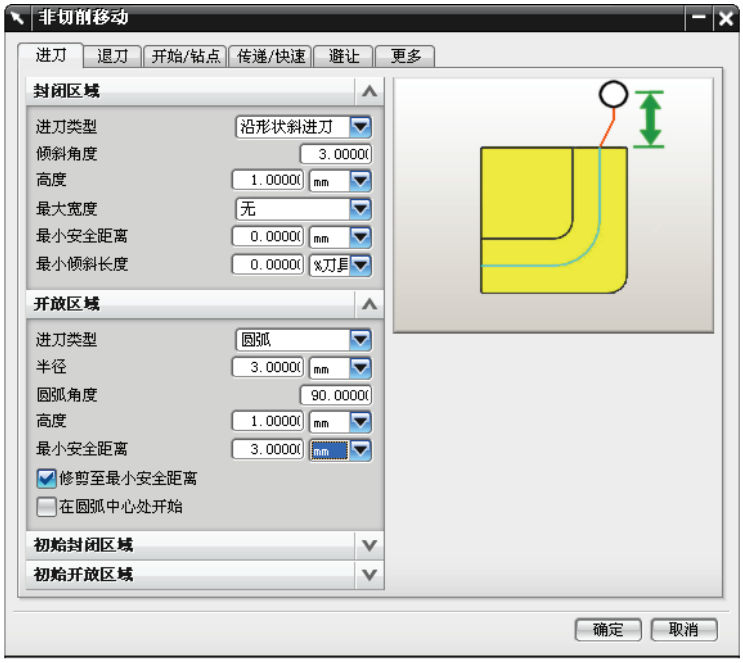


图 12-14

Step 4　设置切削速度

- 单击，设置如图 12-15 所示的进给和速度，单击确定。



图 12-15

Step 5　生成刀轨

- 单击，生成如图 12-16 所示的刀轨，单击确认。

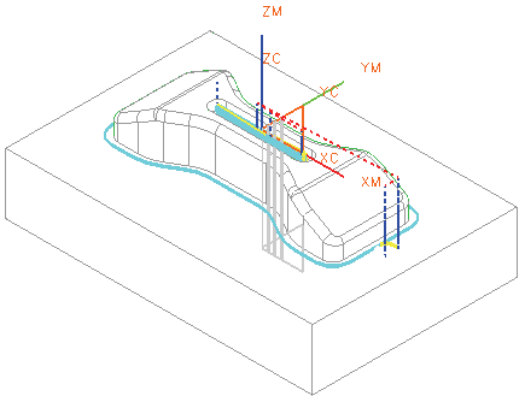


图 12-16

12.1.4　创建半精加工操作

Step 1　创建等高轮廓铣操作

- 单击，选择如图 12-17 所示的操作子类型和父节点，单击确定，打开深度加工轮廓对话框，设置如图 12-18 所示的参数。



图 12-17



图 12-18

Step 2　设置切削层

- 单击，打开切削层参数对话框，删除底部切削范围，定义如图 12-19 所示的切削范围。

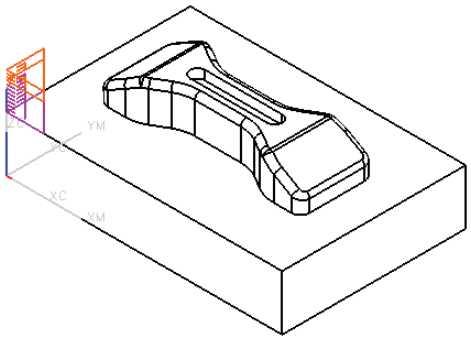


图 12-19

Step 3　设置切削参数

- 单击，设置如图 12-20 和图 12-21 所示的切削参数，单击确定。

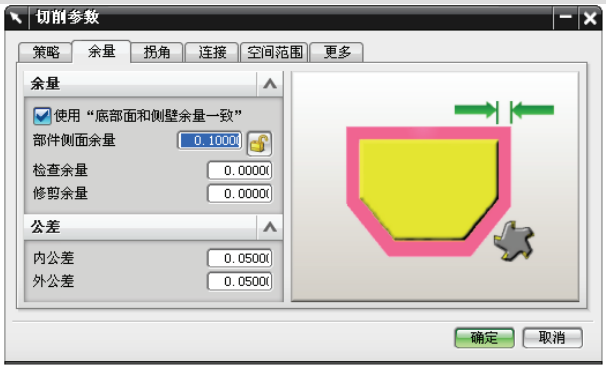


图 12-20

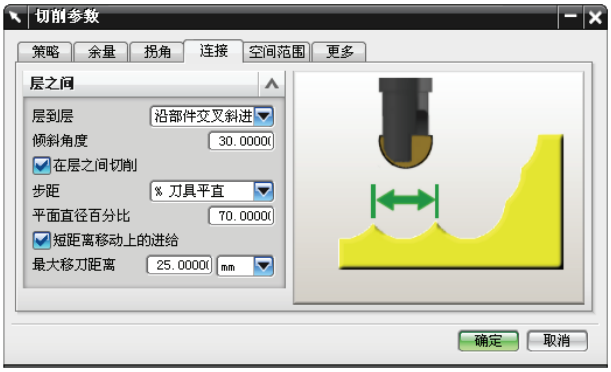


图 12-21

Step 4　设置非切削移动参数

- 单击，设置与前一操作相同的非切削移动参数，单击确定。

Step 5　设置切削速度

- 单击，设置与前一操作相同的主轴转速与进给速度，单击确定。

Step 6　生成刀轨

- 单击，生成如图 12-22 所示的刀轨，单击确定。

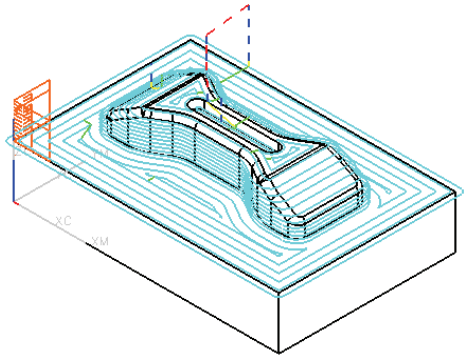


图 12-22

12.1.5　创建精加工操作（1）

Step 1　使用面铣操作子类型，创建半精加工操作

- 单击，选择如图 12-23 所示的操作子类型和父节点，单击确定，打开平面铣对话框，设置如图 12-24 所示的参数。

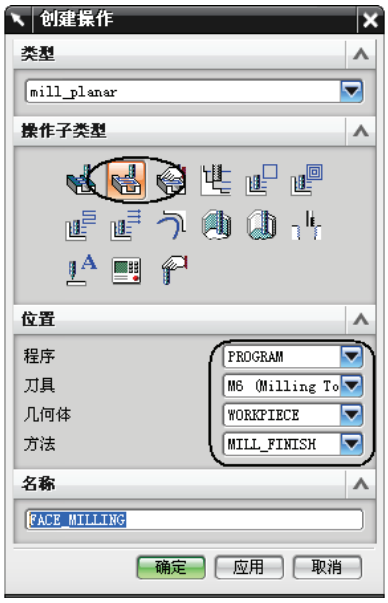


图 12-23

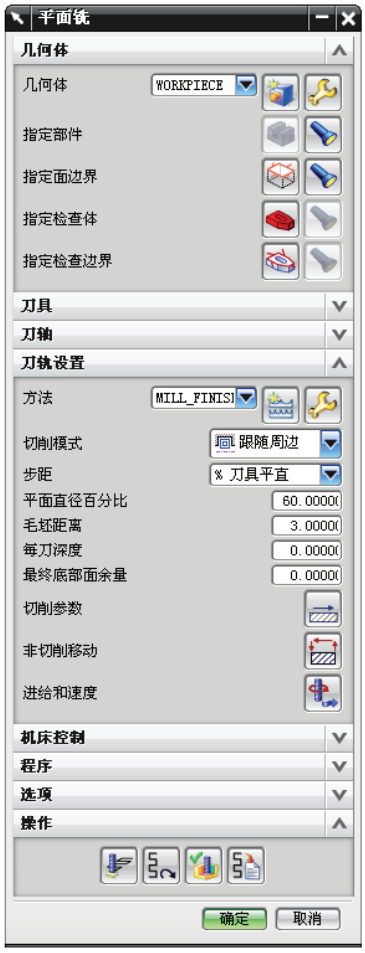


图 12-24

- 单击，选择如图 12-25 所示的平表面，单击确定。

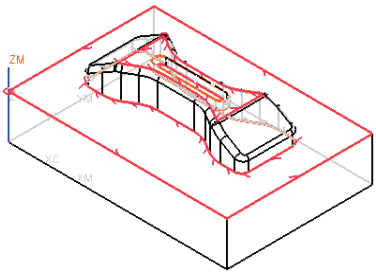


图 12-25

Step 2　设置切削参数

● 单击，设置如图 12-26 和图 12-27 所示的参数，单击确定。

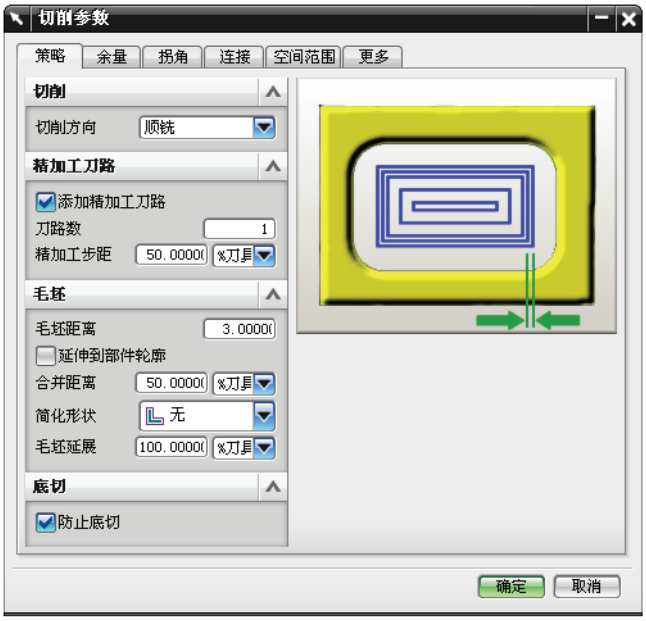


图 12-26

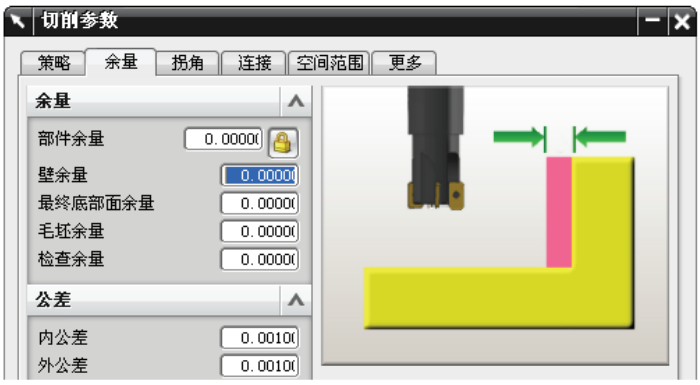


图 12-27

Step 3　设置非切削移动参数

● 单击，设置与前一操作相同的非切削移动参数，单击确定。

Step 4　设置切削速度

● 单击，设置与前一操作相同的主轴转速与进给速度，单击确定。

Step 5　生成刀轨

● 单击，生成如图 12-28 所示的刀轨，单击确定。

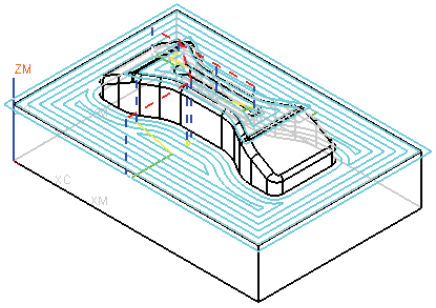


图 12-28

12.1.6　创建精加工操作（2）

Step 1　使用平面铣操作子类型，创建精加工操作

- 单击，选择如图 12-29 所示的操作子类型和父节点，单击确定，打开平面铣对话框，设置如图 12-30 所示的参数。



图 12-29



图 12-30

- 单击，定义如图 12-31 所示的零件边界和底平面，单击确定。

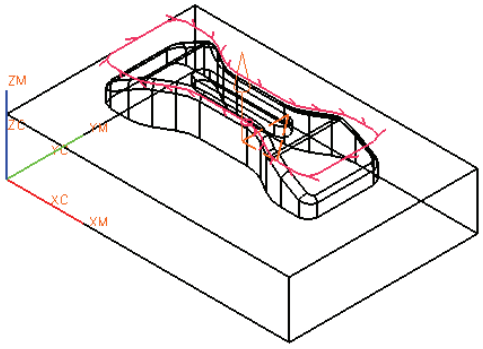


图 12-31

Step 2　设置切深参数

- 单击，设置如图 12-32 所示的切深参数，单击确定。

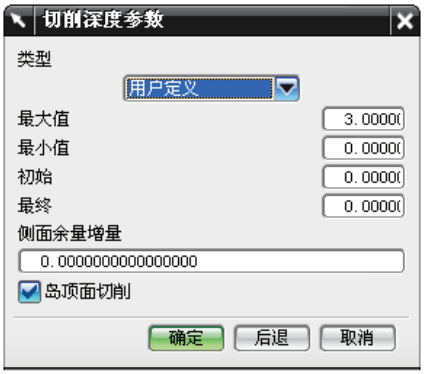


图 12-32

Step 3　设置切削参数

- 单击，设置如图 12-33、图 12-34 和图 12-35 所示的切削参数，其余参数使用默认值，单击确定。

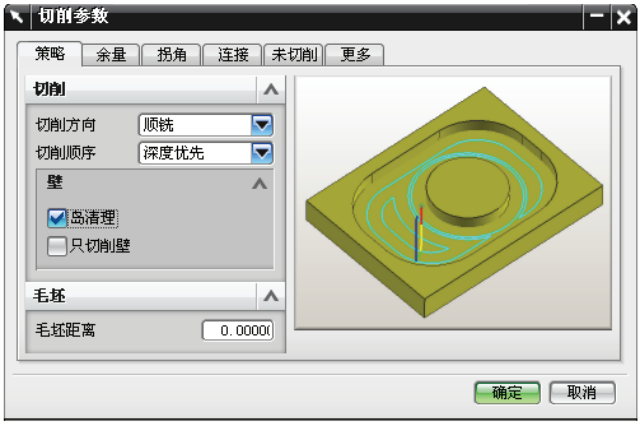


图 12-33

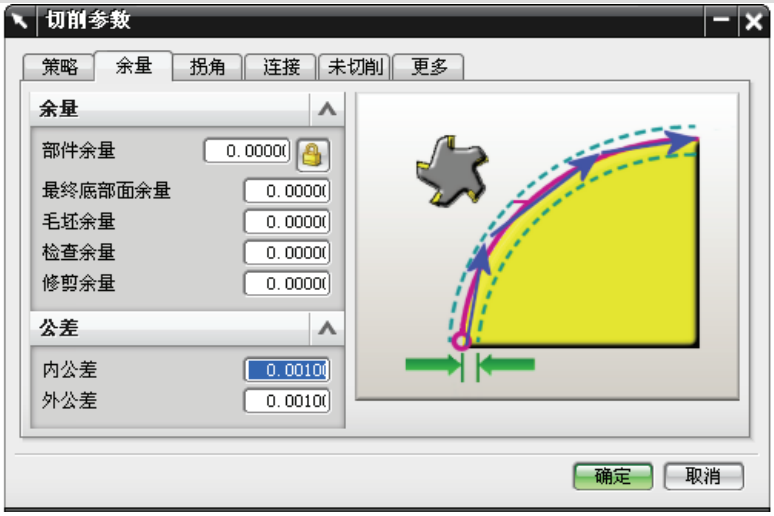


图 12-34

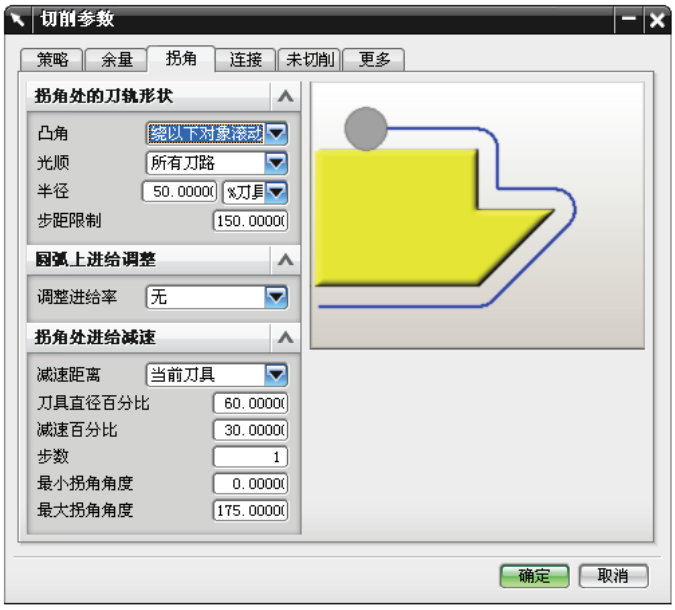


图 12-35

Step 4　设置切削速度

- 单击，设置与前一操作相同的主轴转速与进给速度，单击确定。

Step 5　生成刀轨

- 单击，生成如图 12-36 所示的刀轨（由于使用可变步距，每一层分三次切削），单击确定。

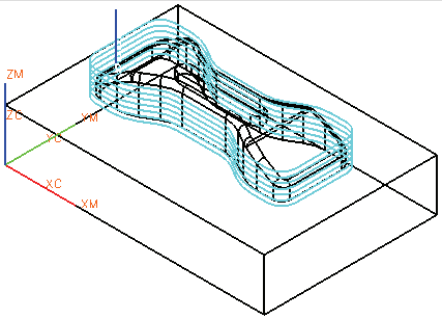


图 12-36

12.1.7 创建精加工操作（3）

Step 1 复制 PLANAR_MILL 操作，创建精加工操作

- 单击，切换到刀具视图。
- 单击 PLANAR_MILL 操作，单击 MB3，打开快捷菜单，选择 COPY，复制此操作，单击刀具 M6，单击 MB3，打开快捷菜单，选择粘贴（paste），粘贴此操作。
- 双击 PLANAR_MILL_COPY，打开平面铣对话框，如图 12-37 所示。
- 单击，打开边界定义对话框，删除原有的所有边界，并增加如图 12-38 所示的边界，保留的材料侧为边界的外边。

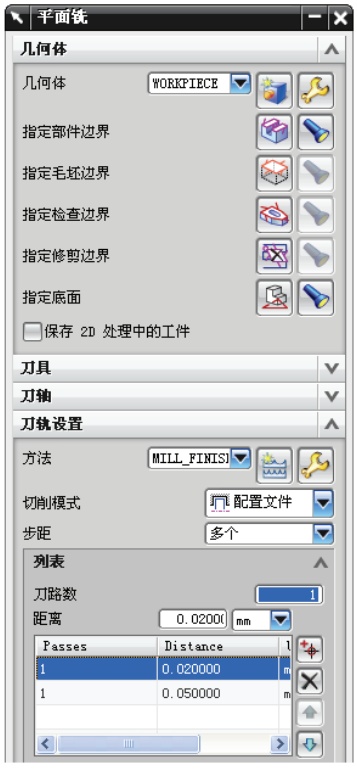


图 12-37

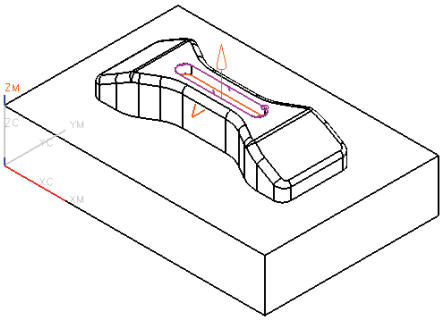


图 12-38

- 单击，重新定义窄槽底面为底平面，单击确定。

Step 2　生成刀轨

- 单击，生成如图 12-39 所示的刀轨，单击确定。

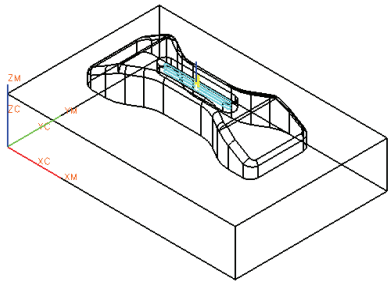


图 12-39

12.1.8　创建精加工操作（4）

Step 1　使用区域驱动操作子类型，创建精加工操作

- 单击，选择如图 12-40 所示的操作子类型和父节点，单击确定，打开如图 12-41 所示的轮廓区域对话框。



图 12-40



图 12-41

- 在操作对话框中单击，选择如图 12-42 所示的曲面，单击确定。

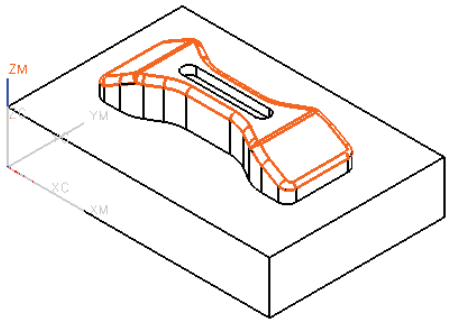


图 12-42

- 单击，设置如图 12-43 所示的参数，单击确定。



图 12-43

Step 2　设置切削参数

- 单击，设置如图 12-44 所示的切削参数，单击确定。

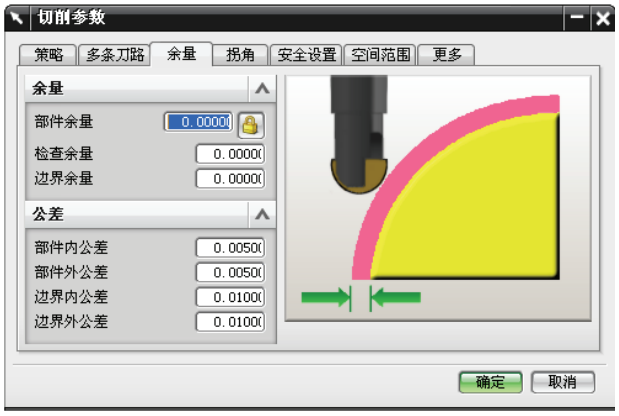


图 12-44

Step 3　设置非切削移动参数

- 单击，设置如图 12-45 所示的非切削移动参数，单击确定。

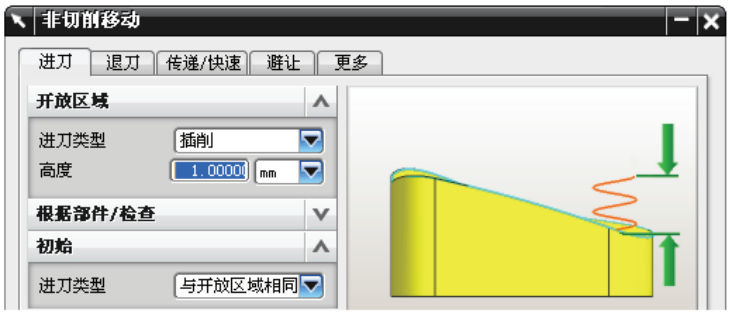


图 12-45

Step 4　设置切削速度

- 单击，设置如图 4-46 所示的主轴速度与进给率，单击确定。



图 12-46

Step 5　生成刀轨

- 单击，生成如图 12-47 所示的刀轨，单击确定。

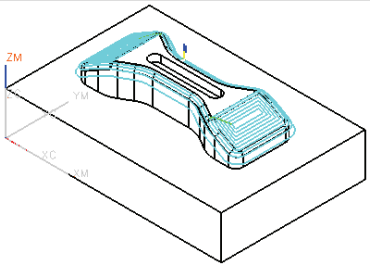


图 12-47

12.1.9 输出 NC 程序

Step 1 操作分组

- 在完成操作创建之后，应按工艺要求对操作进行分组，如图 12-48 所示。

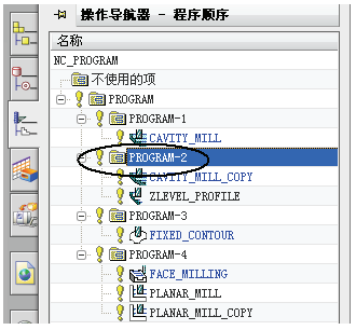


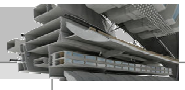
图 12-48

Step 2 输出 NC 程序

- 选择程序组 PROGRAM，单击，打开后处理对话框，选择正确的后处理程序，指定输出 NC 文件名，如图 12-49 所示，单击确定，输出 NC 程序。



图 12-49



12.2　实例 2

工　　件：如图 12-50 所示，材料为 45#钢，硬度为 HRC45。

加工要求：铣削尺寸精度匀为±0.01mm；铣削表面粗糙度上限为 Ra3.2。

加工条件：机床为 MAKINO-V56，使用虎钳装加。

根据加工条件和加工要求，制订如表 12-2 所示的加工工艺方案，各操作中的切削参数、主轴速度、进给率等均按上述加工条件设定。

表 12-2

工　序	刀　具	余　量	备　注
粗加工	B16R0.8	0.3mm(侧面) 0.2mm(底面)	圆鼻刀/机夹刀 （可换硬质合金刀片）
半精加工	D10	0.1mm	半新 TiAlN 涂层刀具
精加工	M10	0	全新 TiAlN 涂层刀具
	R3_F		

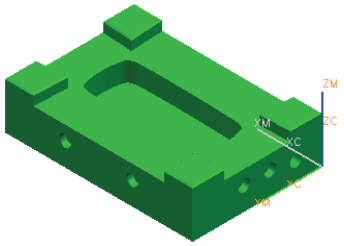


图 12-50

【目的】编写典型零件的完整铣削程序，重点学习在平面铣中如何定义开放边界并沿边界走刀加工竖直面轮廓。编程时也可使用前一章前创建的模板（my_milling_template.prt），以提高编程速度。

本实例可参考配书光盘中的视频文件光盘\nxcam_video\examples\milling_2_v.exe 或按以下步骤完成。

12.2.1　编程准备

Step 1　打开零件

- Open→光盘\nxcam_parts\examples\milling_2.prt。

Step 2　运行加工模块

- Start→Manufacturing。

Step 3　定义工件（WORKPIECE）

- 单击，打开操作导航器对话框。
- 单击，切换到几何视图。
- 双击 MCS_MILL，定义 MCS 与 WCS 重合。
- 安全设置选项为平面，距离零件上表面 10mm。
- 双击 WORKPIECE，定义如图 15-50 所示的零件为 Part，毛坯使用自动块定义，设置偏置 ZM+=0.5，单击确定。

Step 4　创建刀具

- 创建本实例加工工艺方案表格中所列的刀具，也可参考加工创建一章中的相关内容创建刀具。

12.2.2　创建粗加工操作

Step 1　创建型腔铣操作

- 单击，选择如图 12-51 所示的操作子类型和父节点，单击确定，打开型腔铣对话框，设置如图 12-52 所示的参数。

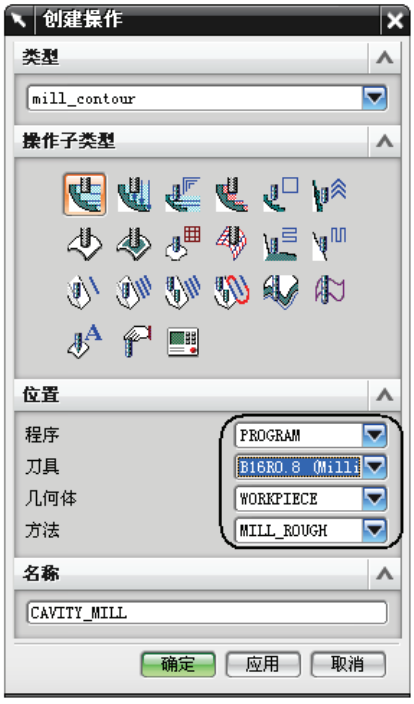


图 12-51



图 12-52

Step 2　设置切削参数

- 单击，设置如图 12-53、图 12-54、图 12-55 和图 12-56 所示的切削参数，其余参数使用默认值，单击确定。

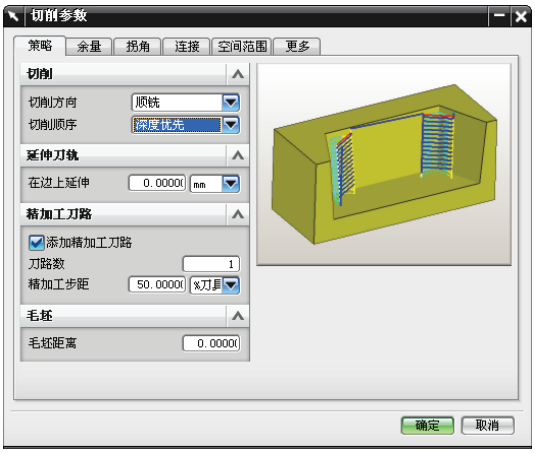


图 12-53

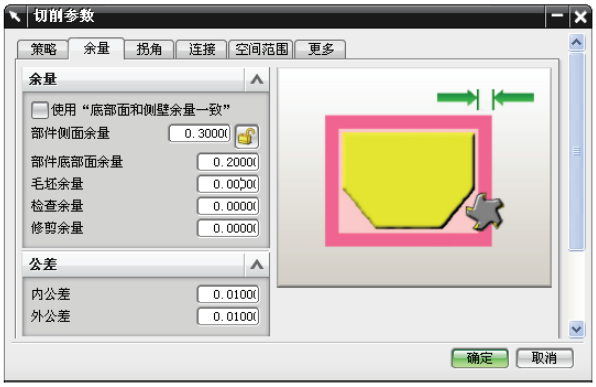


图 12-54

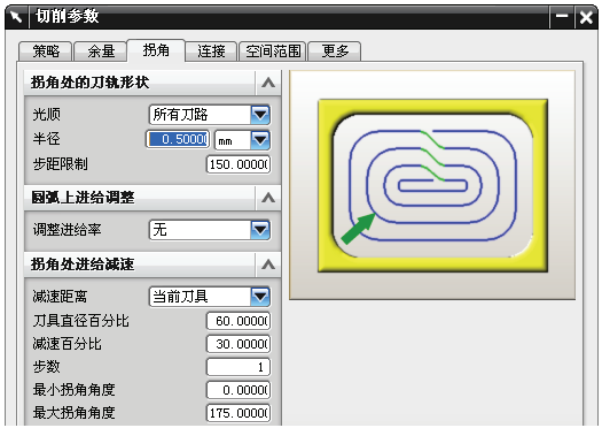


图 12-55

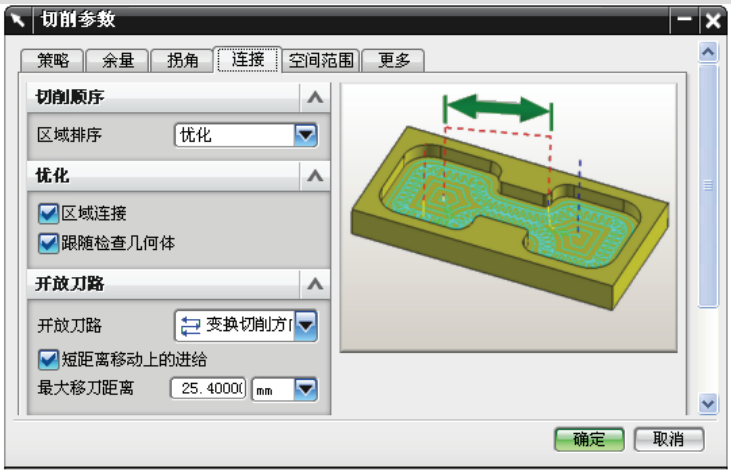


图 12-56

Step 3　设置非切削移动参数

- 单击，设置如图 12-57 所示的非切削移动参数，单击确定。

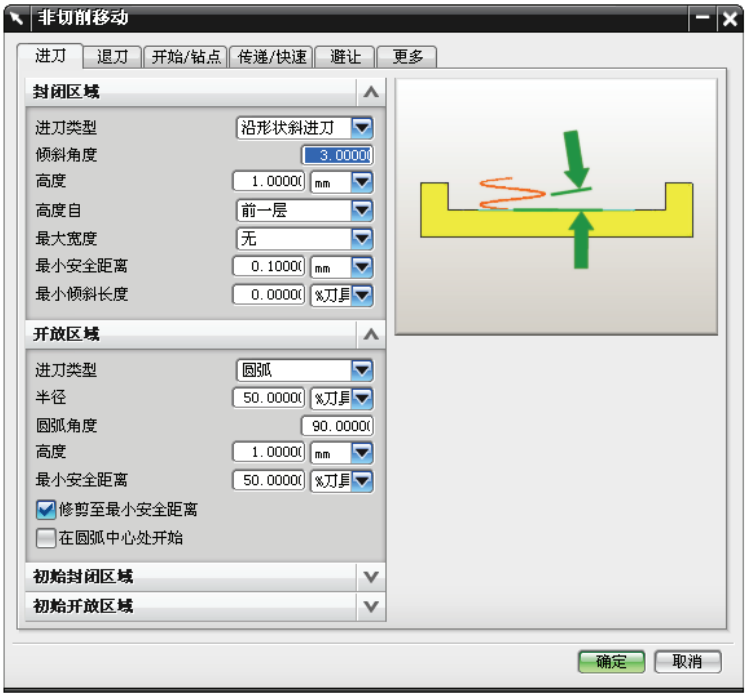


图 12-57

Step 4　设置切削速度

- 单击，设置如图 12-58 所示的主轴速度与进给率，单击确定。



图 12-58

Step 5　生成刀轨

- 单击，生成如图 12-59 所示的刀轨，单击确定。

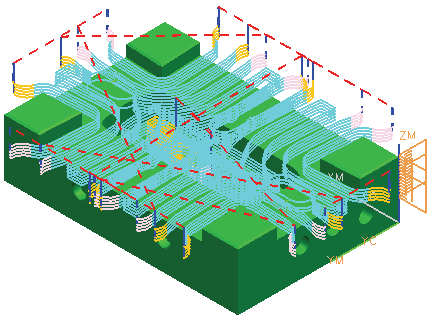


图 12-59

12.2.3　创建半精加工操作

Step 1　使用等高轮廓铣操作子类型，创建半精加工操作

- 单击，选择如图 12-60 所示的操作子类型和父节点，单击确定，打开深度加工轮廓对话框，设置如图 12-61 所示的参数。



图 12-60



图 12-61

- 单击，选择如图 12-62 所示的切削区域，单击确定。

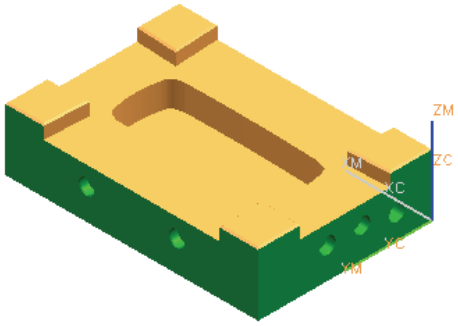


图 12-62

Step 2　设置切削参数

- 单击，设置如图 12-63、图 12-64 和图 12-65 所示的切削参数，单击确定。

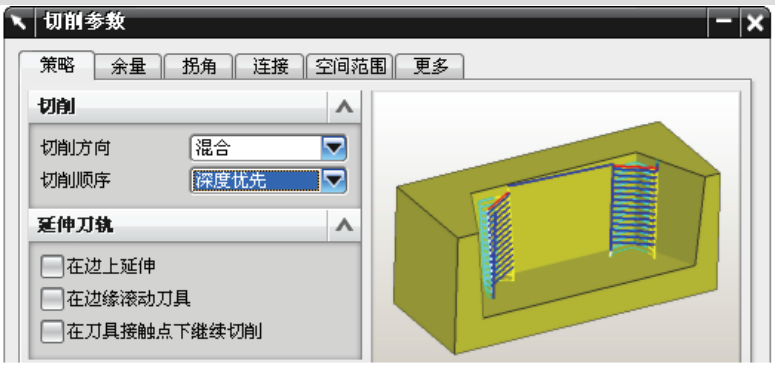


图 12-63

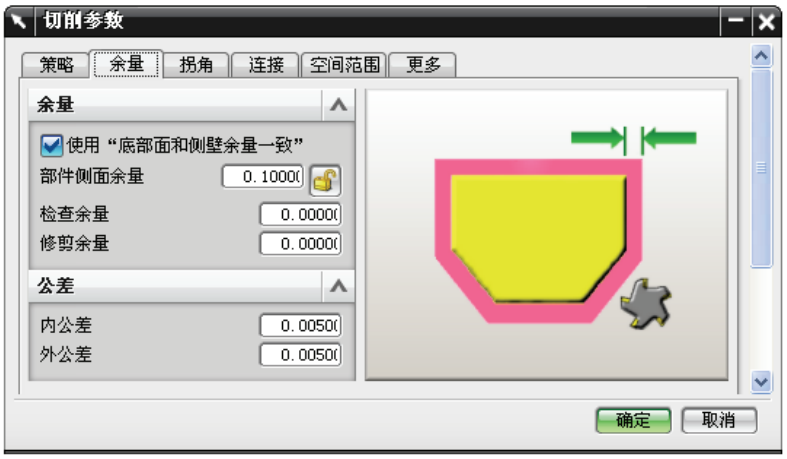


图 12-64

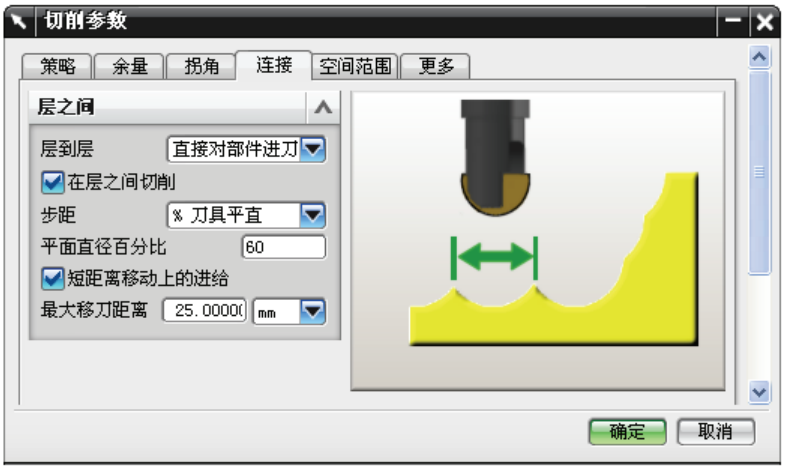


图 12-65

Step 3　设置非切削移动参数

- 单击，设置如图 12-66 所示的非切削移动参数，单击确定。

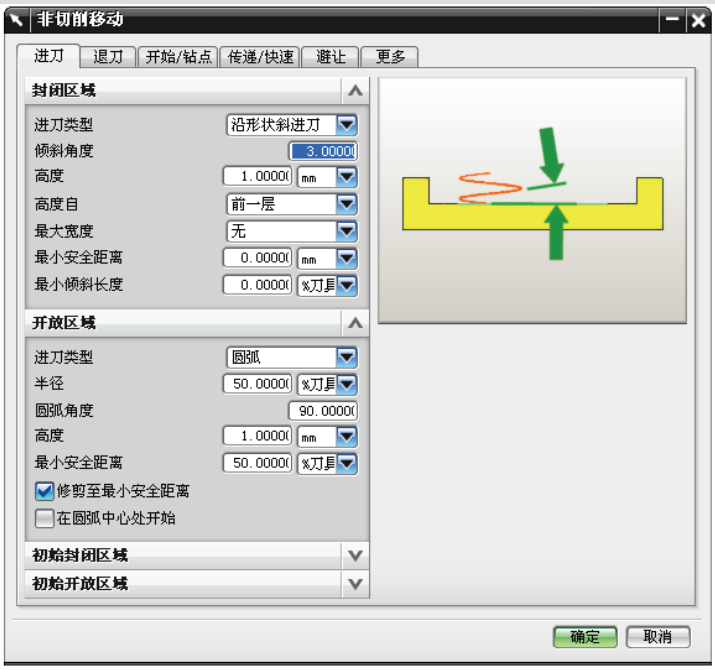


图 12-66

Step 4　设置切削速度

- 单击，设置如图 12-67 所示的主轴速度与进给率，单击确定。



图 12-67

Step 5　生成刀轨

- 单击，生成如图 12-68 所示的刀轨，单击确定。

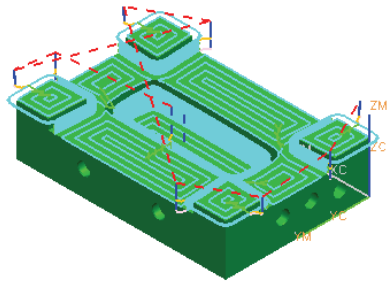


图 12-68

12.2.4　创建精加工操作（1）

Step 1　使用区域驱动，创建精加工操作

- 单击，选择如图 12-69 所示的操作子类型和父节点，单击确定，打开轮廓区域对话框，设置如图 12-70 所示的参数。



图 12-69



图 12-70

- 单击，选择如图 12-71 所示的表面，单击确定。
- 单击，设置如图 12-72 所示的参数，单击确定。

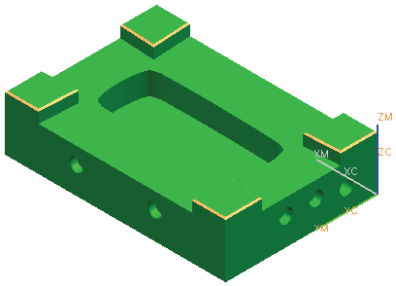


图 12-71



图 12-72

Step 2　设置切削参数

- 单击，设置如图 12-73 和图 12-74 所示的切削参数，单击确定。

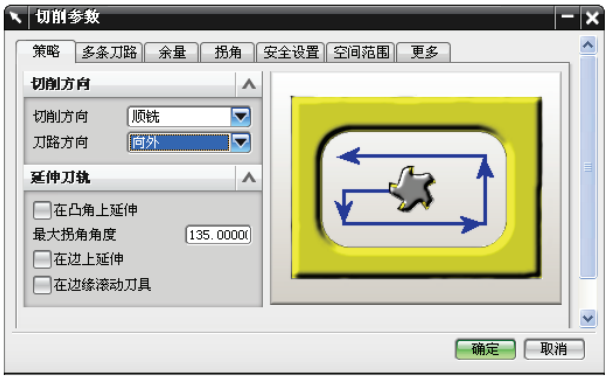


图 12-73

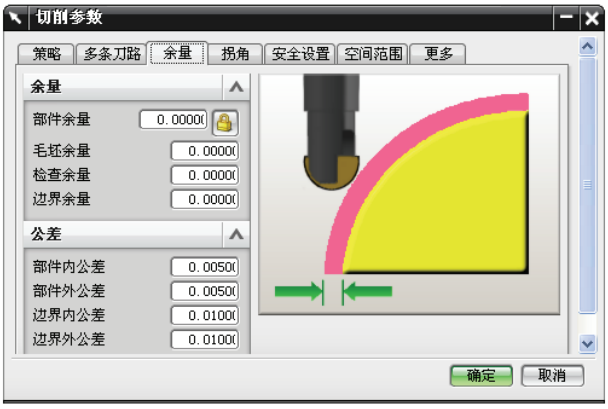


图 12-74

Step 3　设置非切削移动参数

- 单击，设置如图 12-75 所示的进刀参数，单击确定。

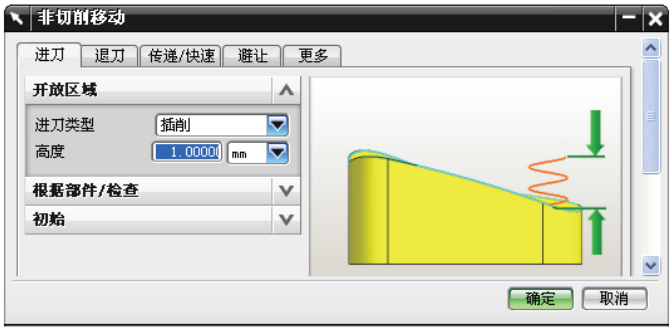


图 12-75

Step 4　设置切削速度

- 单击，设置如图 12-76 所示的主轴速度与进给率，单击确定。

Step 5　生成刀轨

- 单击，生成如图 12-77 所示的刀轨，单击确定。



图 12-76

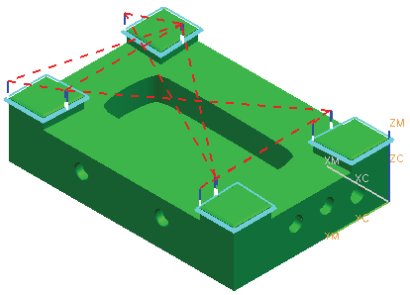


图 12-77

12.2.5 创建精加工操作（2）

Step 1 使用面铣操作子类型，创建精加工操作

- 单击，选择如图 12-78 所示的操作子类型和父节点，单击确定，打开平面铣对话框，设置如图 12-79 所示的参数。



图 12-78



图 12-79

- 单击，选择如图 12-80 所示的平表面，单击确定。

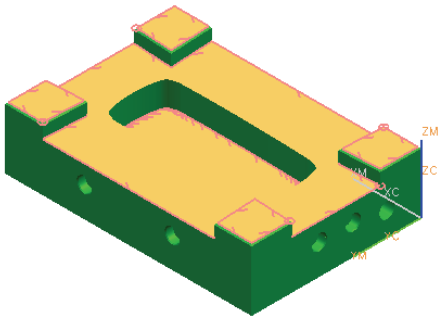


图 12-80

Step 2　设置切削参数

- 单击，设置如图 12-81 和图 12-82 所示的切削参数，单击确定。

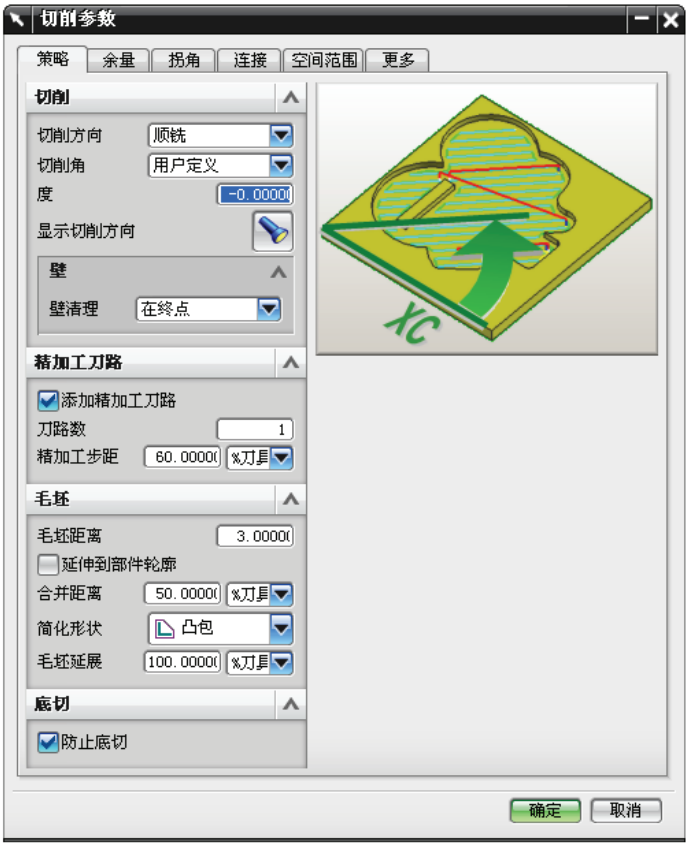


图 12-81

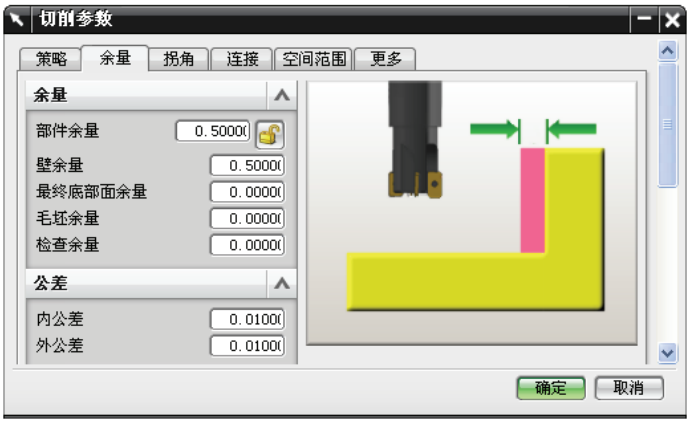


图 12-82

Step 3　设置非切削移动参数

- 单击，设置如图 12-83 所示的非切削移动参数，单击确定。

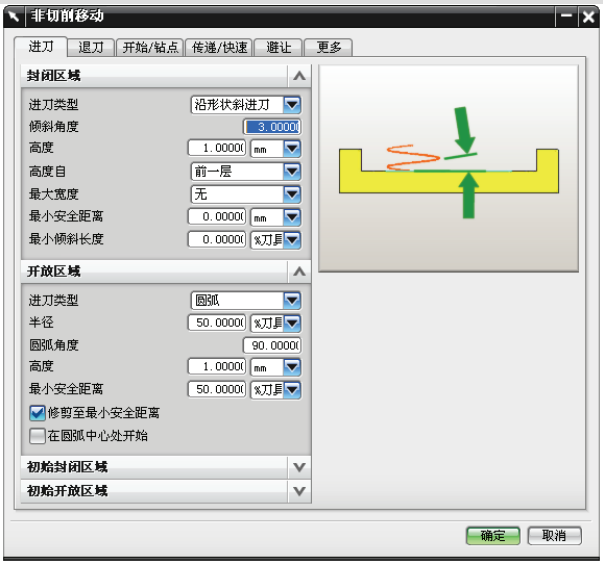


图 12-83

Step 4　设置切削速度

- 单击，设置如图 12-84 所示的主轴速度与进给率，单击确定。

Step 5　生成刀轨

- 单击，生成如图 12-85 所示的刀轨，单击确定。



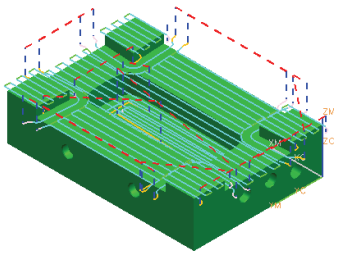


图 12-84　　图 12-85

12.2.6　创建精加工操作（3）

Step 1　使用平面铣操作子类型，创建精加工操作

- 单击，选择如图 12-86 所示的操作子类型和父节点，单击确定，打开平面铣对话框，设置如图 12-87 所示的参数。



图 12-86

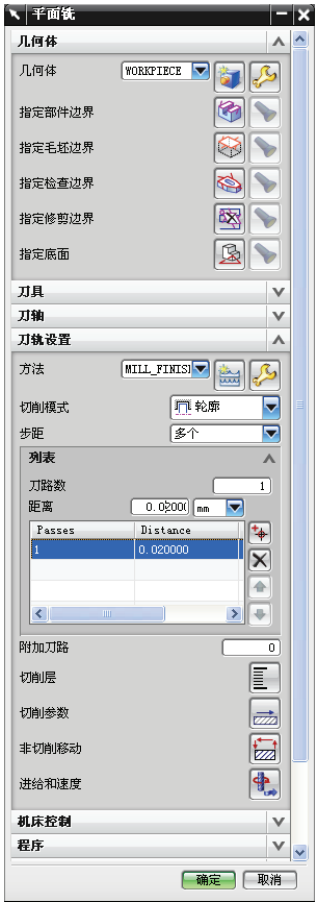


图 12-87

- 单击，打开边界定义对话框，指定如图 12-88 所示的边界，材料在边界的左边，单击确定。
- 单击，指定如图 12-89 所示的底平面为底面，单击确定。

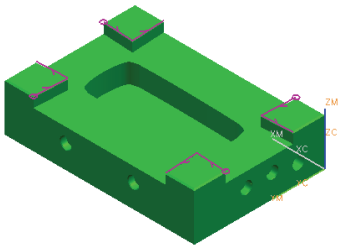


图 12-88

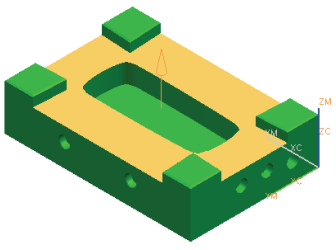


图 12-89

Step 2　设置每层切削深度

● 单击，设置如图 12-90 所示的每层切削深度，单击确定。

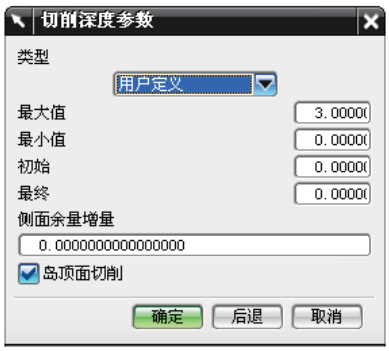


图 12-90

Step 3　设置切削参数

● 单击，设置如图 12-91 所示的参数，其余参数使用默认值，单击确定。

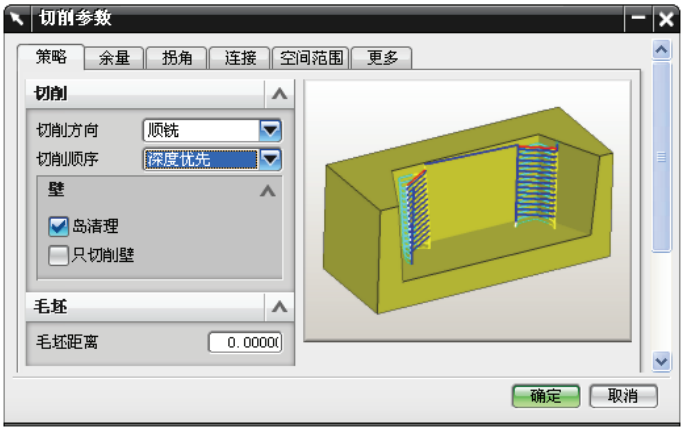


图 12-91

Step 4　设置非切削移动参数

● 单击，设置与前一操作相同的非切削移动参数，单击确定。

Step 5　设置切削速度

单击，设置如图 12-92 所示的主轴速度与进给率，单击确定。

Step 6　生成刀轨

● 单击，生成如图 12-93 所示的刀轨，单击确定。



图 12-92

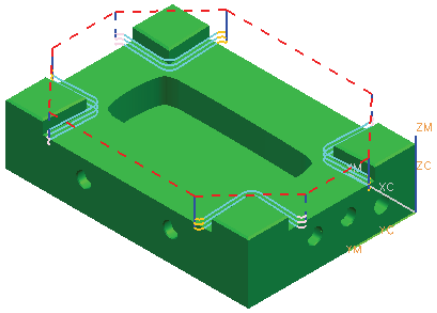


图 12-93

12.2.7　创建精加工操作（4）

Step 1　复制 PLANAR_MILL 操作，创建精加工操作

- 单击，切换到刀具视图。
- 单击 PLANAR_MILL 操作，单击 MB3，打开快捷菜单，选择复制，单击刀具 M10，单击 MB3，打开快捷菜单，选择内部粘贴，生成操作 PLANAR_MILL_COPY。
- 双击 PLANAR_MILL_COPY，打开操作对话框。
- 单击，重新指定如图 12-94 所示的边界，保留材料侧为外，单击确定。
- 单击，重新选择如图 12-95 所示的平面为底平面，单击确定。

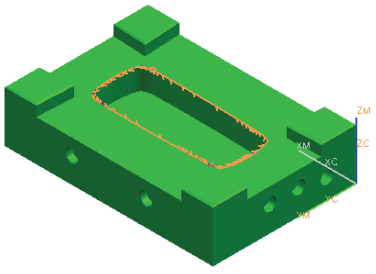


图 12-94

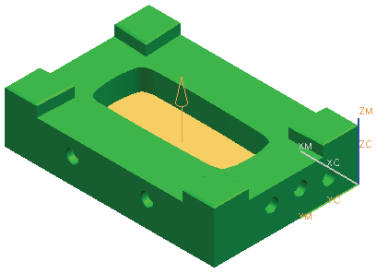


图 12-95

Step 2　生成刀轨

- 单击，生成如图 12-96 所示的刀轨，单击确定。

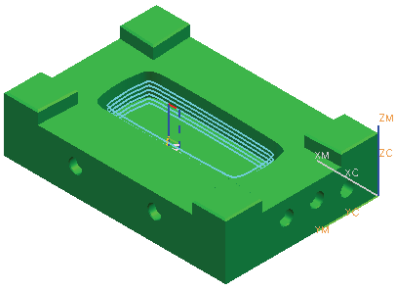


图 12-96

12.2.8　输出 NC 程序

Step 1　创建程序组

- 在完成操作创建之后，按工艺要求对操作进行分组，结果如图 12-97 所示。

Step 2　输出 NC 程序

- 选择程序组 NC_PROGRAM，单击，打开后处理对话框，选择正确的后处理程序，指定输出 NC 文件名，如图 12-98 所示，单击确定，输出 NC 程序。

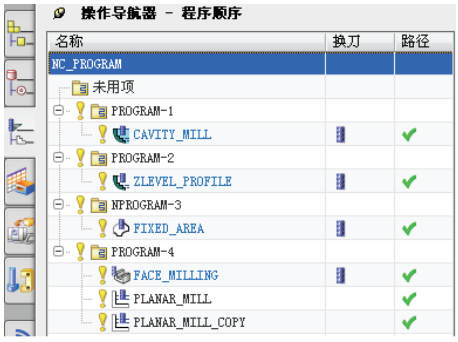


图 12-97



图 12-98

第 13 章　型芯零件铣削编程实例

13.1　实例 1

工　　件：如图 13-1 所示，材料为 718，硬度为 HRC58。

加工要求：铣削尺寸精度匀为±0.01mm；铣削表面粗糙度上限为 Ra3.2。

加工条件：机床为 MAKINO-V56，使用虎钳装加。

根据加工要求和加工条件，制订如表 13-1 所示的加工工艺方案，各操作中的切削参数、主轴速度、进给率等均按上述加工条件设定。

表 13-1

工　序	刀　具	余　量	备　注
粗加工	B16R0.8 D6	0.3mm（侧面） 0.2mm（底面）	圆鼻刀/机夹刀 （可换硬质合金刀片）
半精加工	D6	0.1mm	半新 TiAlN 涂层刀具
精加工	M6 M6R1 M6R3	0	全新 TiAlN 涂层刀具

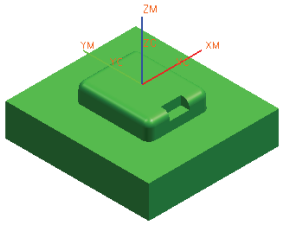


图 13-1

【目的】编写简单凸模零件的完整铣削程序，注意分析零件几何模型，例如该零件有 1° 的拔模角。编写程序时，也可使用 11 章中创建的铣削模板 my_milling_template.prt，以提高编程速度。

本实例可参考配书光盘中的视频文件光盘\nxcam_video\examples\core_milling_1_v.exe 或按以下步骤完成。

13.1.1 编程准备

Step 1 打开零件

- Open→光盘\nxcam_parts\examples\core_milling_1.prt。

Step 2 运行加工模块

- Start→Manufacturing。

Step 3 定义工件（WORKPIECE）

- 单击，打开操作导航器对话框。
- 单击，切换到几何视图。
- 双击 MCS_MILL，定义 MCS 与 WCS 重合；安全设置选项为平面，距离零件上表面 10mm。
- 双击 WORKPIECE，定义如图 13-1 所示的零件为 Part，毛坯使用自动块定义，设置偏置 ZM+=0.5，单击确定。

Step 4 创建刀具

- 创建本实例加工工艺方案表格中所列的刀具，也可参考加工创建一章中的相关内容创建刀具。

13.1.2 创建粗加工操作

Step 1 使用型腔铣操作子类型，创建粗加工操作

- 单击，选择如图 13-2 所示的操作子类型和父节点，单击确定，打开型腔铣对话框，设置如图 13-3 所示的参数。

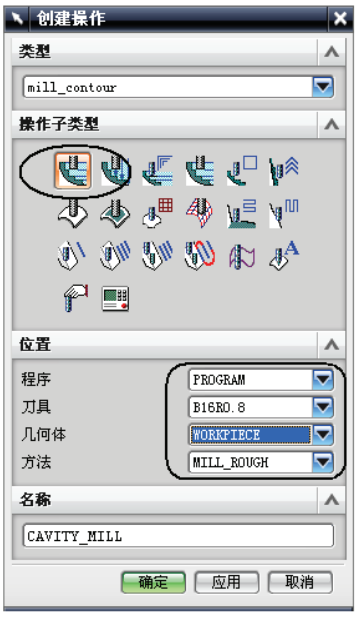


图 13-2



图 13-3

Step 2　定义切削范围

- 单击，打开如图 13-4 所示的切削层对话框，删除最底部的切削范围，定义如图 13-5 所示的切削范围，单击确定。



图 13-4

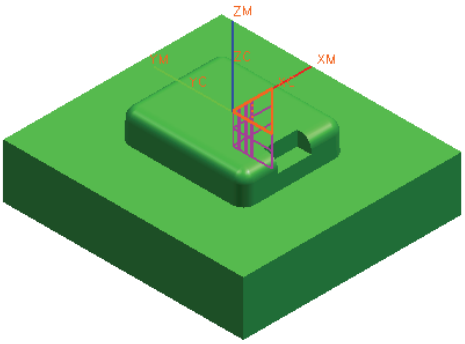


图 13-5

Step 3　设置切削参数

- 单击，设置如图 13-6、图 13-7、图 13-8 和图 13-9 所示的切削参数，其余参数使用默认值，单击确定。

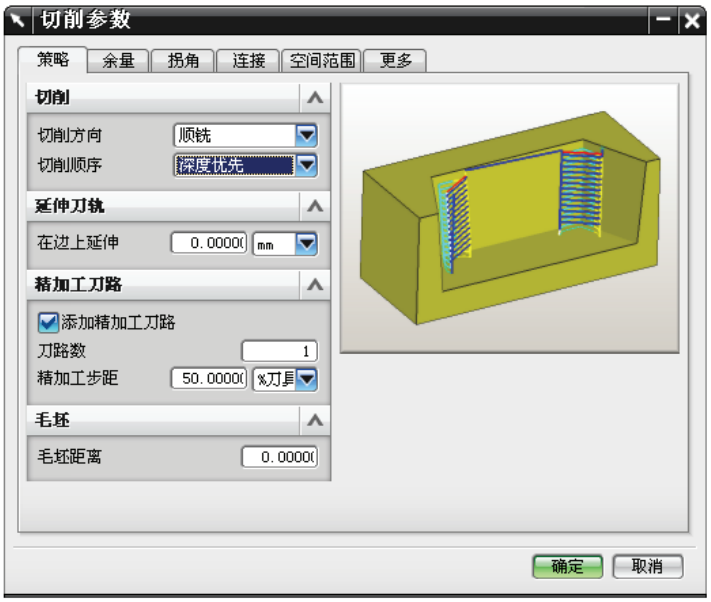


图 13-6

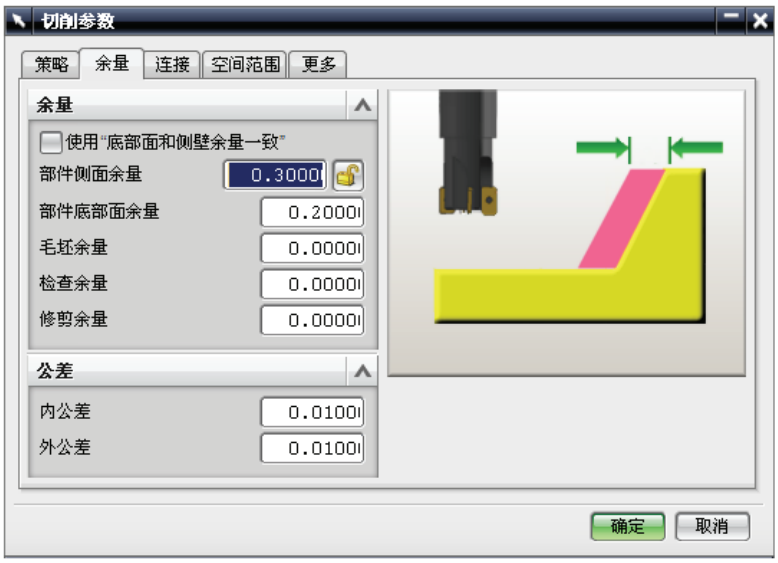


图 13-7

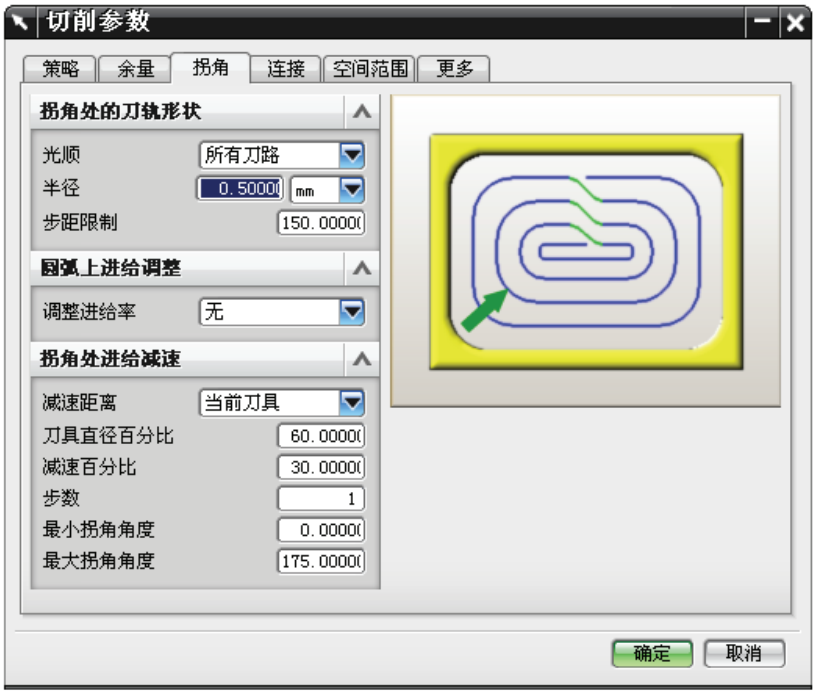


图 13-8

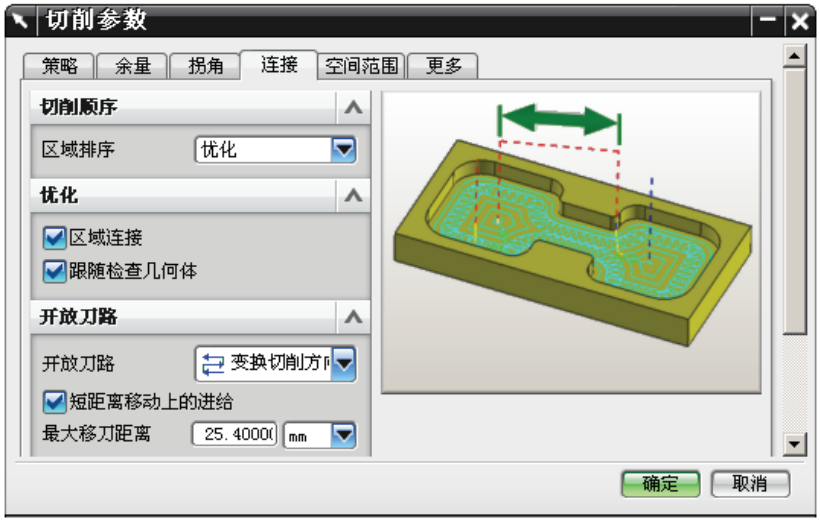


图 13-9

Step 4　设置非切削移动参数

- 单击，设置如图 13-10 所示的参数，其余参数使用默认值，单击确定。

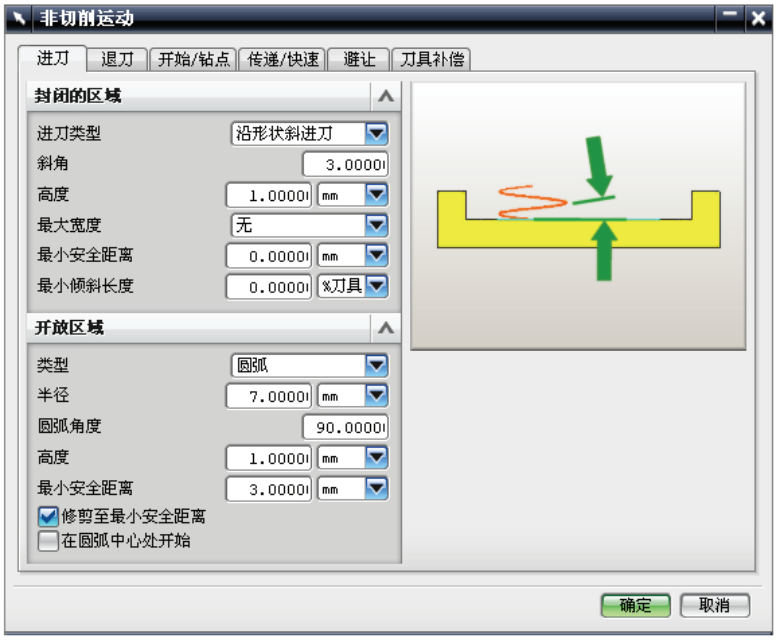


图 13-10

Step 5　设置切削速度

- 单击，设置如图 13-11 所示的主轴速度与进给率，单击确定。



图 13-11

Step 6　生成刀轨

- 单击，生成刀轨。
- 单击验证刀轨，显示如图 13-12 所示的加工结果。

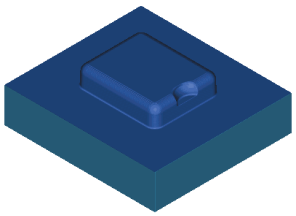


图 13-12

13.1.3　创建二次粗加工操作

Step 1　复制 CAVITY_MILL 操作，使用参考刀具创建二次粗加工操作

- 单击，切换到刀具视图。
- 单击 CAVITY_MILL 操作，单击 MB3，打开快捷菜单，选择复制，单击刀具 D6，单击 MB3，打开快捷菜单，选择内部粘贴，生成操作 CAVITY_MILL_COPY。
- 双击 CAVITY_MILL_COPY，打开型腔铣对话框，设置如图 13-13 所示的参数。



图 13-13

Step 2　设置切削参数

- 单击，设置如图 13-14 所示的参数，其余参数使用默认值，单击确定。

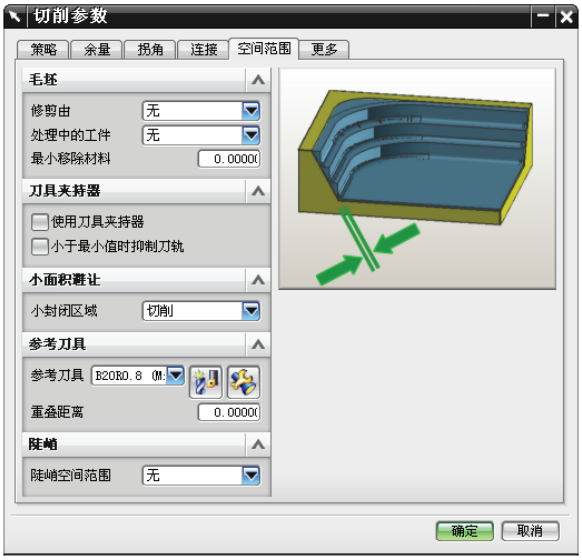


图 13-14

Step 3　设置切削速度

- 单击，设置如图 13-15 所示的主轴速度与进给率，单击确定。



图 13-15

Step 4　生成刀轨

- 单击，生成如图 13-16 所示的刀轨，单击确定。

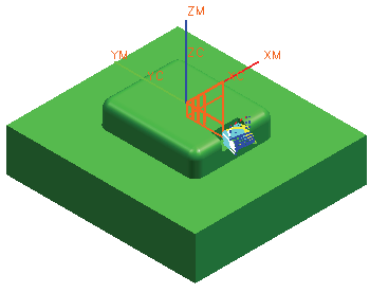


图 13-16

13.1.4　创建半精加工操作

Step 1　使用等高轮廓铣操作子类型，创建半精加工操作

- 单击，选择如图 13-17 所示的操作子类型和父节点，单击确定，打开 Zlevel Profile 对话框，如图 13-18 所示。



图 13-17



图 13-18

Step 2　设置切削参数

- 单击，设置如图 13-19、图 13-20 和图 13-21 所示的切削参数，单击确定。

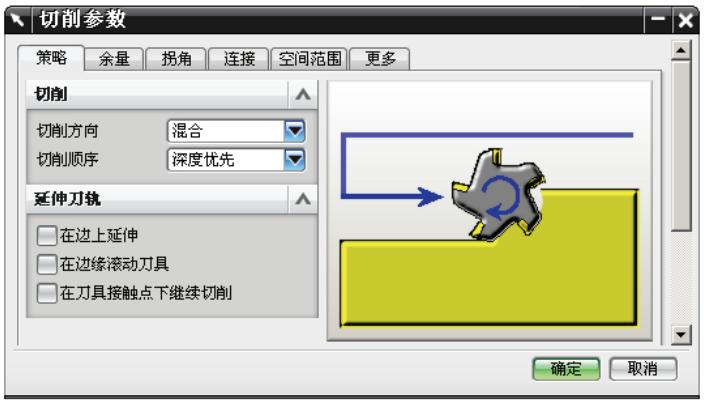


图 13-19

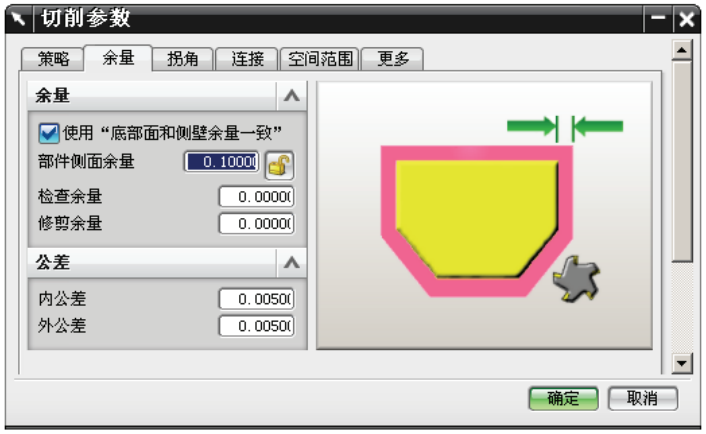


图 13-20

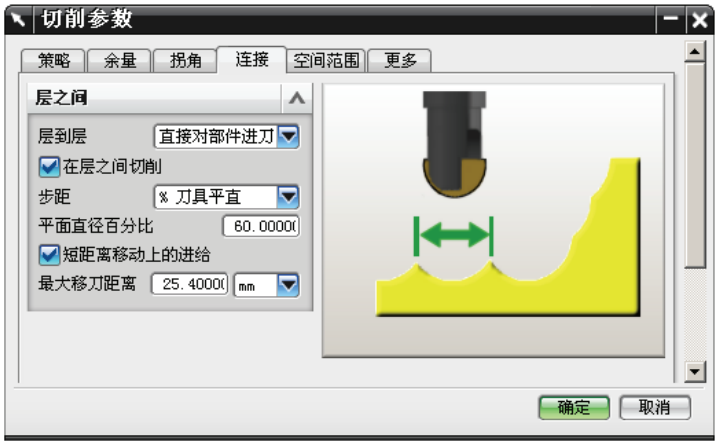


图 13-21

Step 3　设置非切削移动参数

- 单击，设置如图 13-22 所示的非切削移动参数，单击确定。

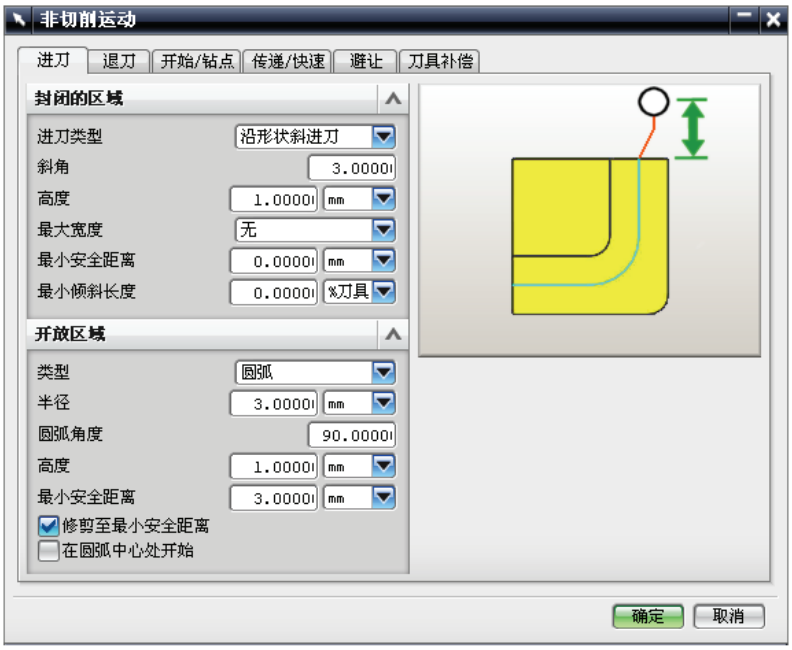


图 13-22

Step 4　设置切削速度

- 单击，设置与前一操作相同的主轴速度与进给率，单击确定。

Step 5　生成刀轨

- 单击，生成如图 13-23 所示的刀轨，单击确定。

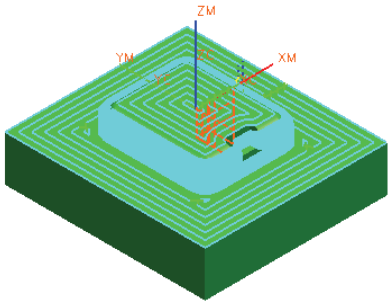


图 13- 23

13.1.5　创建精加工操作（1）

Step 1　使用区域驱动操作子类型，创建精加工操作

- 单击，选择如图 13-24 所示的操作子类型和父节点。单击确定，打开 Contor Area 对话框，设置如图 13-25 所示的参数。

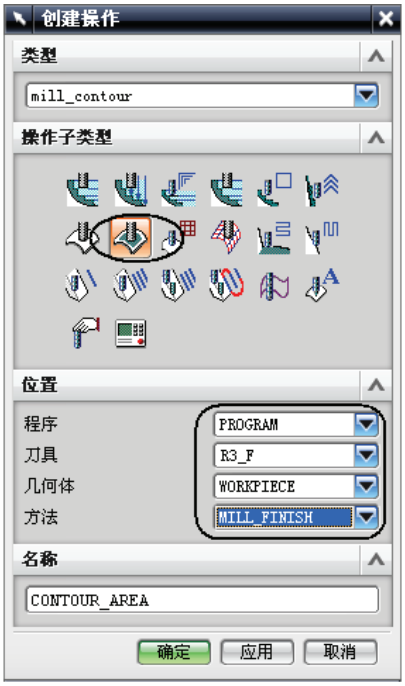


图 13-24



图 13-25

- 单击，选择如图 13-26 所示的表面，单击确定。
- 单击，设置如图 13-27 所示的参数，单击确定。

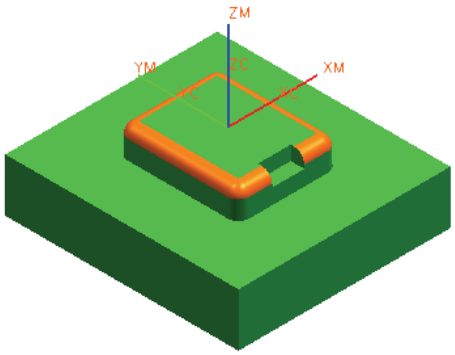


图 13-26

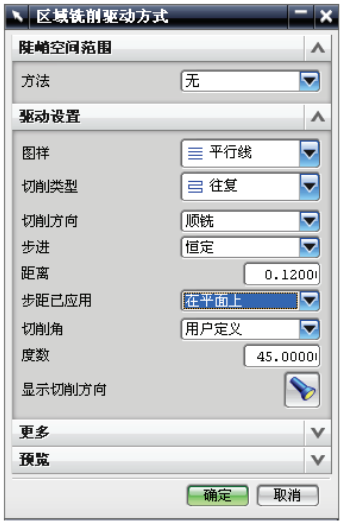


图 13-27

Step 2　设置切削参数

- 单击，设置如图 13-28 和图 13-29 所示的切削参数，单击确定。

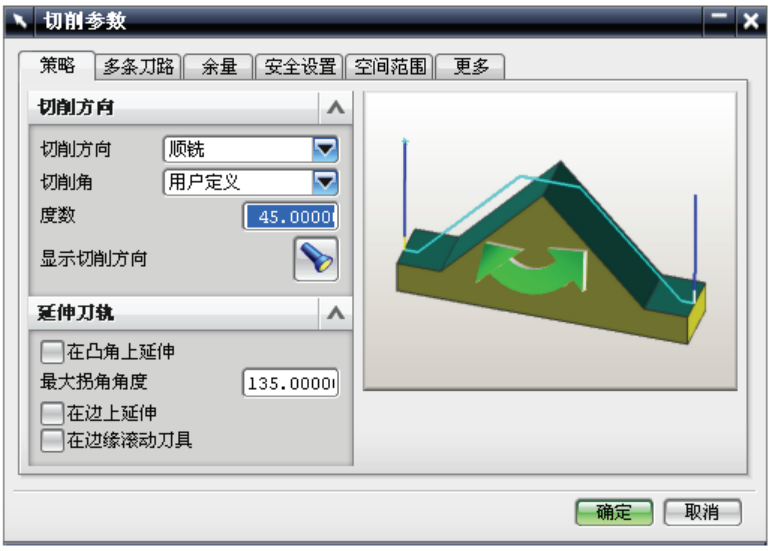


图 13-28

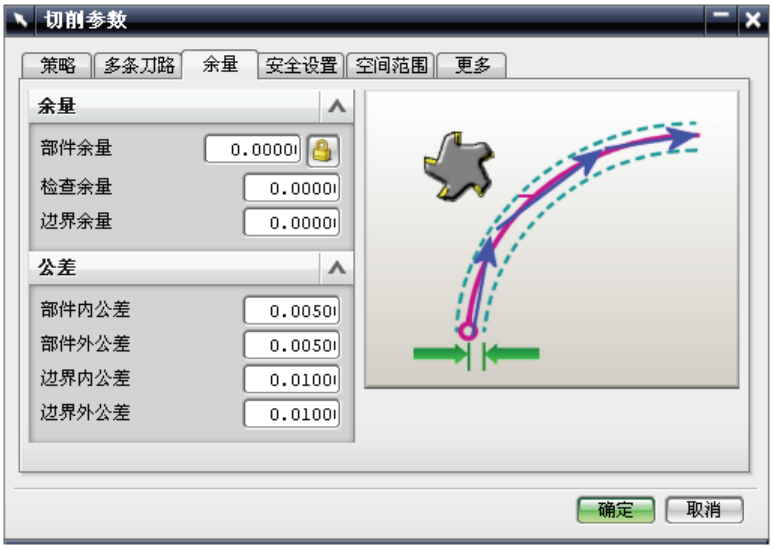


图 13-29

Step 3　设置非切削移动参数

- 单击，设置如图 13-30 所示的进刀参数，单击确定。

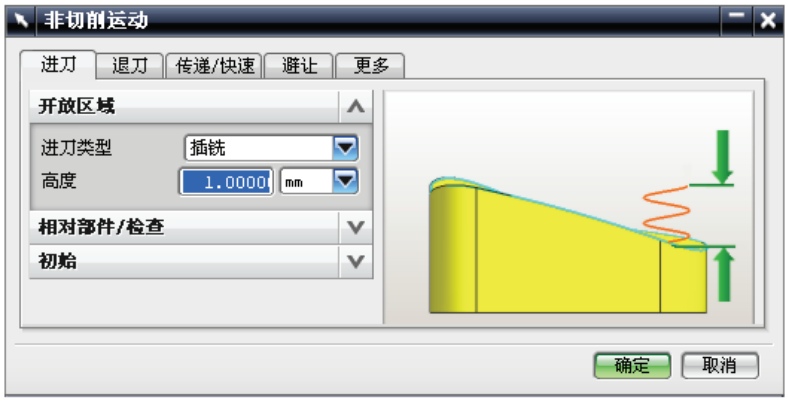


图 13-30

Step 4　设置切削速度

- 单击，设置如图 13-31 所示的主轴速度与进给率，单击确定。

Step 5　生成刀轨

- 单击，生成如图 13-32 所示的刀轨，单击确定。



图 13-31

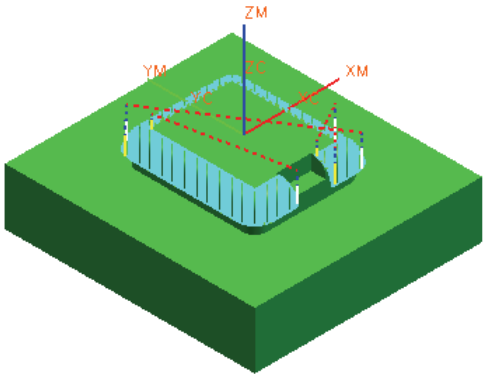


图 13-32

13.1.6　创建精加工操作（2）

Step 1　复制 CONTOUR_AREA 操作，创建精加工操作

- 单击 CONTOUR_AREA 操作，单击 MB3，打开快捷菜单，选择复制，单击刀具 R3_F，单击 MB3，打开快捷菜单，选择内部粘贴，生成操作 CONTOUR_AREA_COPY。
- 双击 CONTOUR_AREA_COPY，打开操作对话框。
- 单击，选择如图 13-33 所示的表面，单击确定。
- 在操作对话框中单击，设置如图 13-34 所示的参数，单击确定。

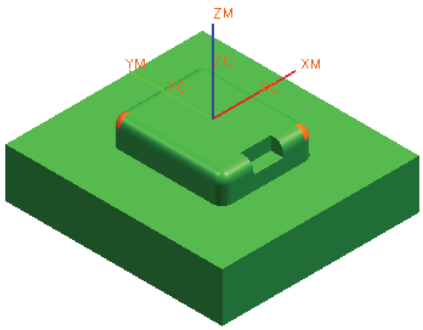


图 13-33



图 13-34

Step 2　生成刀轨

- 单击，生成如图 13-35 所示的刀轨，单击确定。

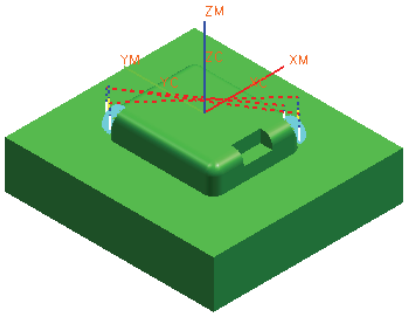


图 13-35

13.1.7 创建精加工操作（3）

Step 1 复制 ZLEVEL_PROFILE 操作，创建精加工操作

- 单击，切换到刀具视图。
- 单击 ZLEVEL_PROFILE 操作，单击 MB3，打开快捷菜单，选择复制，单击刀具 M6R1，单击 MB3，打开快捷菜单，选择内部粘贴，生成 ZLEVEL_PROFILE_COPY 操作。
- 双击 ZLEVEL_PROFILE_COPY，打开 Zlevel Profile 对话框，设置如图 13-36 所示的参数。
- 单击，重新选择如图 13-37 所示的表面，单击确定。



图 13-36

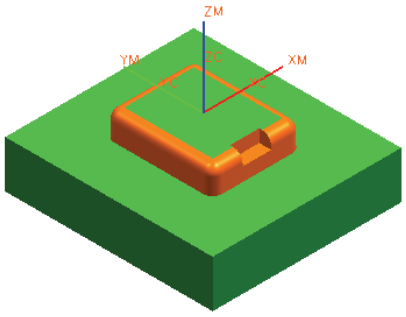


图 13-37

Step 2 设置切削参数

- 单击，设置如图 13-38 和图 13-39 所示的切削参数，单击确定。



图 13-38

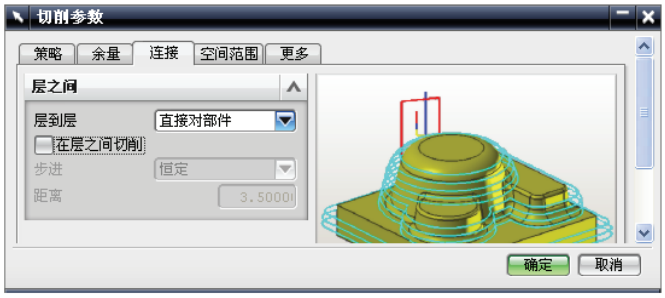


图 13-39

Step 3　设置切削速度

- 单击，设置如图 13-40 所示切削的速度，单击确定。



图 13-40

Step 4　生成刀轨

- 单击，生成如图 13-41 所示的刀轨，单击确定。

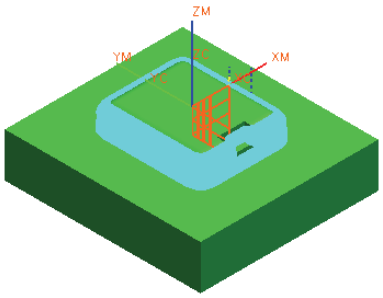


图 13-41

13.1.8　创建精加工操作（4）

Step 1　使用面铣操作子类型，创建精加工操作

- 单击，选择如图 13-42 所示的操作子类型和父节点，单击确定，打开面铣削对话框，设置如图 13-43 所示的参数。



图 13-42



图 13-43

- 单击，选择如图 13-44 所示的平表面，单击确定。

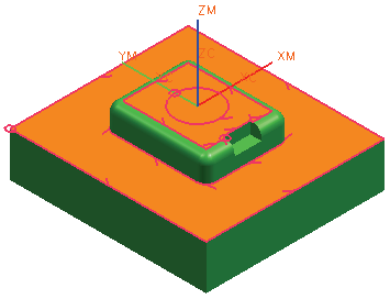


图 13-44

Step 2　设置非切削移动参数

- 单击，设置与前一个操作相同的非切削移动参数，单击确定。

Step 3　设置切削参数

- 单击，设置如图 13-45 和图 13-46 所示的切削参数，单击确定。

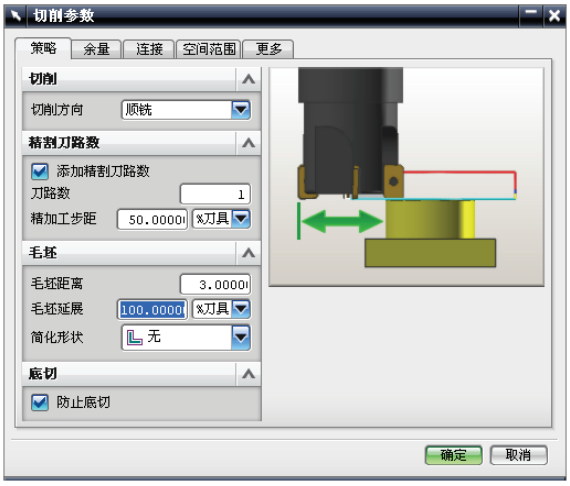


图 13-45

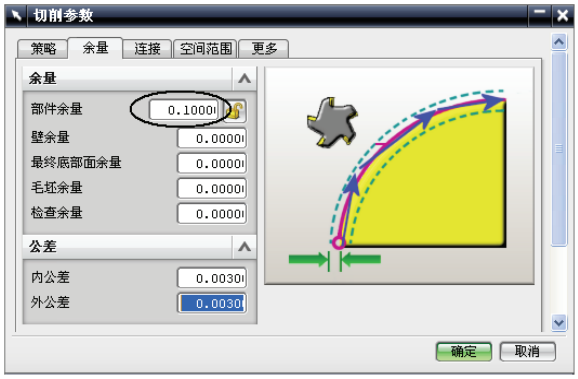


图 13-46

Step 4　设置切削速度

- 单击，设置如图 13-47 所示的主轴速度与进给率，单击确定。



图 13-47

Step 5　生成刀轨

- 单击，生成如图 13-48 所示的刀轨，单击确定。

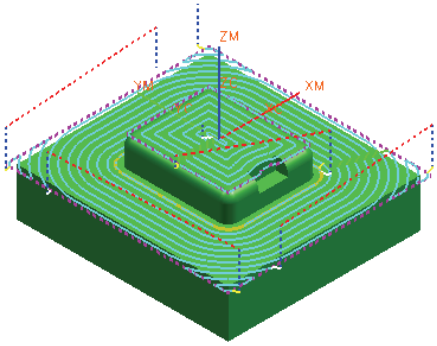


图 13-48

13.1.9　创建清根操作（1）

Step 1　复制 ZLEVEL_PROFILE_COPY 操作，创建清根操作

- 单击，切换到刀具视图。
- 单击，打开操作导航器对话框。
- 单击 ZLEVEL_PROFILE_COPY 操作，单击 MB3，打开快捷菜单，选择复制，单击刀具 M6，单击 MB3，打开快捷菜单，选择内部粘贴，生成 ZLEVEL_PROFILE_COPY_ COPY 操作。
- 双击 ZLEVEL_PROFILE_COPY_COPY，打开 Zlevel Profile 对话框，设置如图 13-49 所示的参数。
- 单击，重新选择如图 13-50 所示的表面。



图 13-49

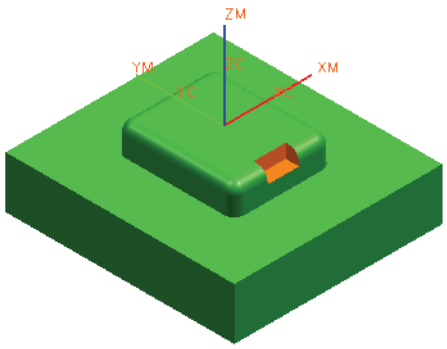


图 13-50

Step 2　定义切削范围

- 单击，打开切削层对话框，定义如图 13-51 所示的底部切削范围，全局每刀深度为 1mm，单击确定。



图 13-51

Step 3　生成刀轨

- 单击，生成如图 13-52 所示的刀轨，单击确定。

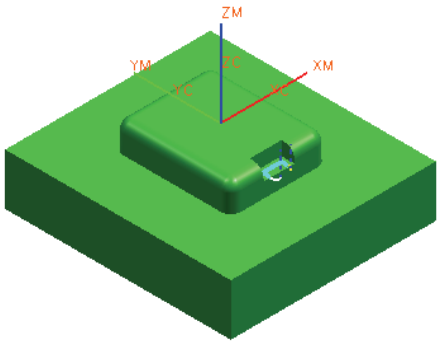


图 13-52

13.1.10　创建清根操作（2）

Step 1　复制 ZLEVEL_PROFILE_COPY 操作，创建清根操作

- 单击，切换到刀具视图。

- 单击 ZLEVEL_PROFILE_COPY_COPY 操作，单击 MB3，打开快捷菜单，选择复制，单击刀具 M6，单击 MB3，打开快捷菜单，选择内部粘贴，生成 ZLEVEL_PROFILE_COPY_COPY__COPY 操作。
- 双击 ZLEVEL_PROFILE_COPY_COPY_COPY，打开操作对话框。
- 单击，重新选择如图 13-53 所示的表面，单击确定。

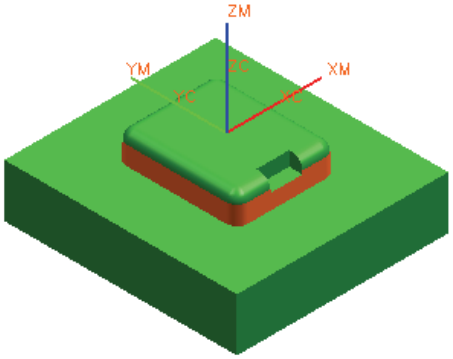


图 13-53

- 单击，打开切削层对话框，定义如图 13-54 所示的底部切削范围，全局每刀深度为 1mm，单击确定。



图 13-54

Step 2　生成刀轨

- 单击，生成如图 13-55 所示的刀轨，单击确定。

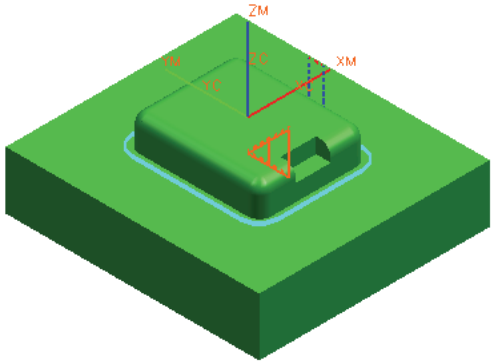


图 13-55

13.1.11　输出 NC 程序

Step 1　操作分组

- 在完成编程之后，按工艺要求对操作进行分组，如图 13-56 所示。

操作导航器 – 程序顺序

名称	刀具	时间
NC_PROGRAM		01:43:25
不使用的项		
PROGRAM-1		00:56:16
CAVITY_MILL	B16R0.8	00:56:16
PROGRAM-2		00:12:36
CAVITY_MILL_COPY	D6	00:01:33
ZLEVEL_PROFILE	D6	00:11:03
PROGRAM-3		00:11:45
FIXED_AREA	R3_F	00:10:33
FIXED_AREA_COPY	R3_F	00:01:11
PROGRAM-4		00:14:33
ZLEVEL_PROFILE_COPY	M6R1	00:14:33
PROGRAM-5		00:08:13
FACE_MILLING	M6	00:06:07
ZLEVEL_PROFILE_COPY_COPY	M6	00:01:56
ZLEVEL_PROFILE_COPY_COPY_COPY	M6	00:00:10

图 13-56

Step 2　输出 NC 程序

- 选择程序组 NC_PROGRAM，单击，打开后处理对话框，选择正确的后处理程序，指定输出 NC 文件名，如图 13-57 所示，单击确定，输出 NC 程序。



图 13-57

13.2　实例 2

工　　件：如图 13-58 所示，材料为 718，硬度为 HRC58。

加工要求：铣削尺寸精度为±0.01mm；铣削表面粗糙度上限为 Ra3.2。

加工条件：机床为 MAKINO-V56，使用虎钳装加。

根据加工条件和加工要求，制订如表 13-2 所示的加工工艺方案，各操作中的切削参数、主轴速度、进给率等均按上述加工条件设定。

表 13-2

工　序	刀　具	余　量	备　注
粗加工	B25R5	0.25 mm（侧面） 0.1 mm（底面）	圆鼻刀/机夹刀 （可换硬质合金刀片）
	D8		半新 TiAlN 涂层刀具
半精加工	D8 R2_R	0.05mm	
精加工	M8 M6 R4_F R1.5_F	0	全新 TiAlN 涂层刀具

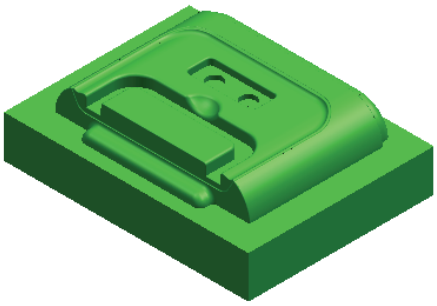


图 13-58

【目的】编写比较复杂凸模零件的完整铣削程序，重点学习加工方法选择和操作参数设置。编写程序时，也可使用 11 章中创建的铣削模板 my_milling_template.prt，以提高编程速度。

本实例可参考配书光盘中的视频文件光盘\nxcam_video\examples\core_milling_2_v.exe 或按以下步骤完成。

13.2.1 编程准备

Step 1 打开零件

Open→光盘\nxcam_parts\examples\core_milling_2.prt。

Step 2 运行加工模块

Start→Manufacturing。

Step 3 定义工件（WORKPIECE）

- 单击，打开操作导航器对话框。
- 单击，切换到几何视图。
- 双击 MCS_MILL，定义 MCS 与 WCS 重合。
- 安全设置选项为平面，距离零件上表面 10mm。
- 双击 WORKPIECE，定义如图 13-56 所示的零件为 Part，毛坯使用自动块定义，设置偏置 ZM+=0.5，单击确定。

Step 4 创建刀具

- 创建本实例加工工艺方案表格中所列的刀具，也可参考加工创建一章中的相关内容创建刀具。

13.2.2 创建粗加工操作

Step 1 创建型腔铣操作

- 单击，选择如图 13-59 所示的操作子类型和父节点，单击确定，打开型腔铣对话框，设置如图 13-60 所示的参数。

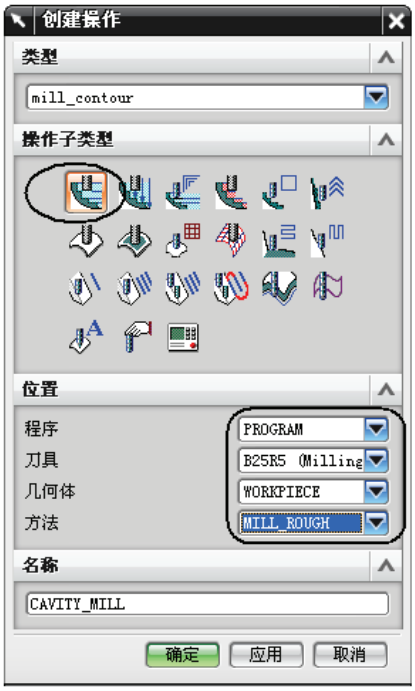


图 13-59



图 13-60

Step 2　设置切削层

- 单击，打开切削参数对话框，删除底部的切削范围，定义如图 13-61 所示的切削范围。

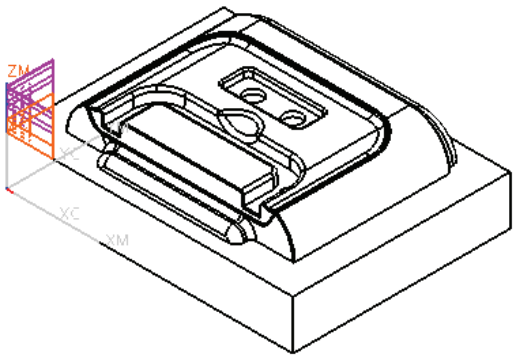


图 13-61

Step 3　设置切削参数

- 单击，设置如图 13-62、图 13-63 、图 13-64 和图 13-65 所示的切削参数，其余参数使用默认值，单击确定。

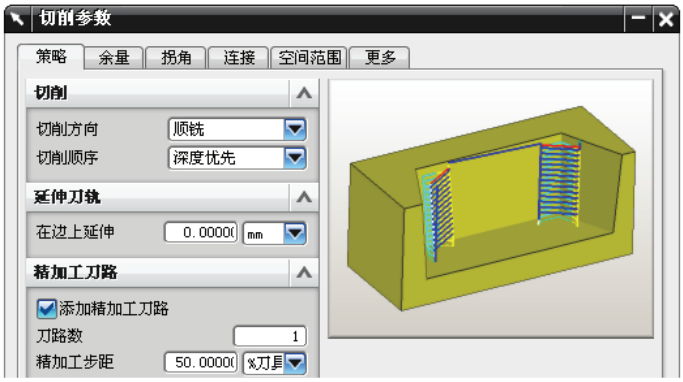


图 13-62

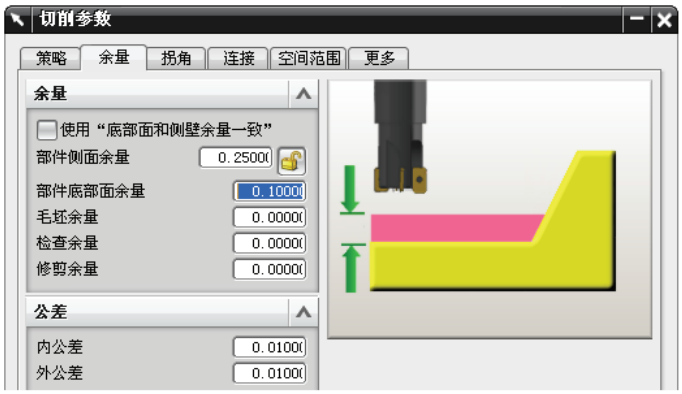


图 13-63

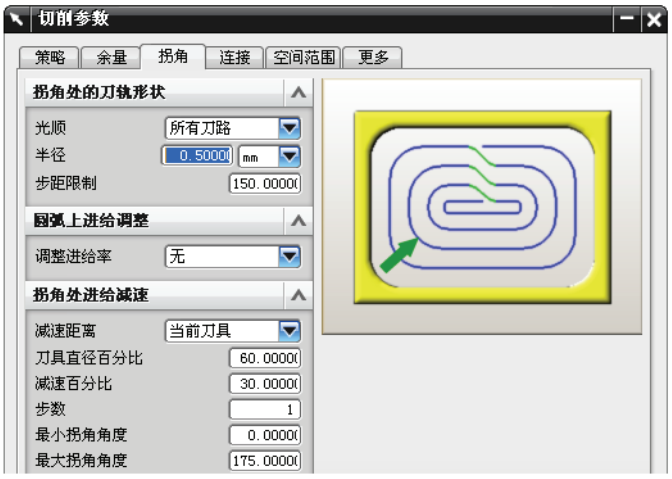


图 13-64

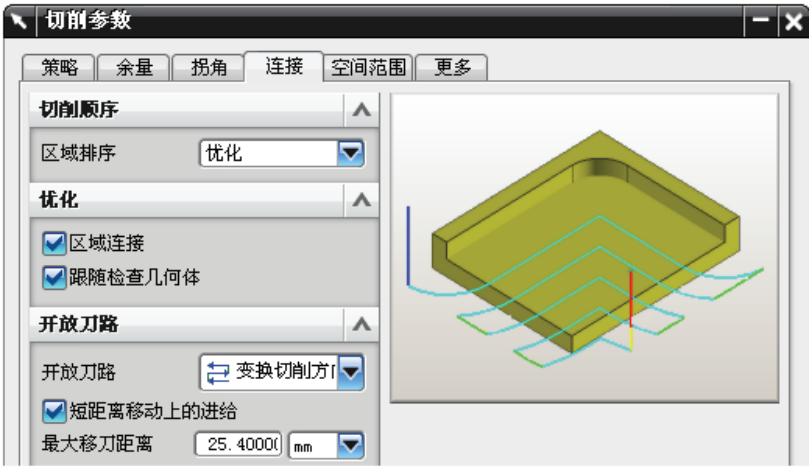


图 13-65

Step 4　设置非切削移动参数

- 单击，设置如图 13-66 所示的非切削移动参数，单击确定。

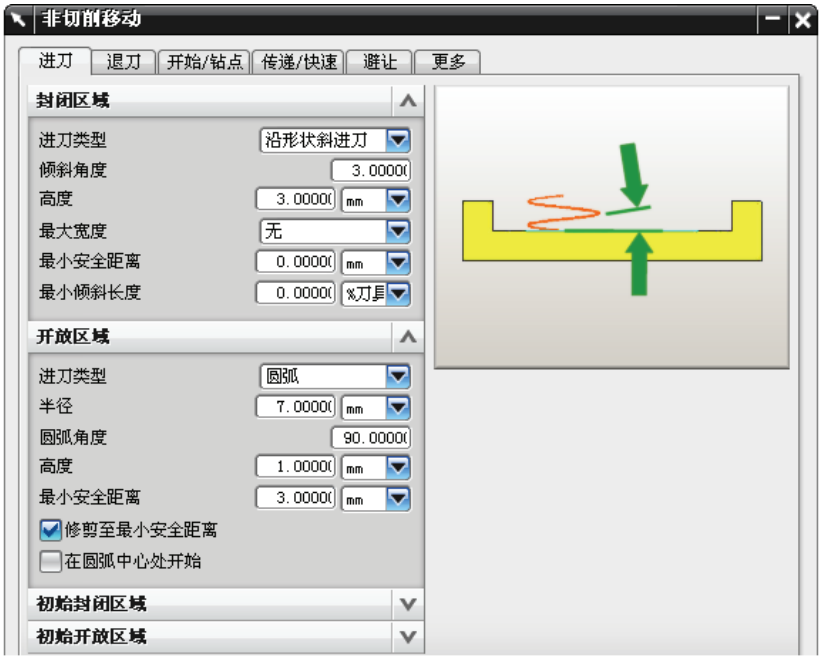


图 13-66

Step 5　设置切削速度

- 单击，设置如图 13-67 所示的主轴速度与进给率，单击确定。



图 13-67

Step 6　生成刀轨

- 单击，生成粗加工刀轨，单击确定。

13.2.3　创建二次粗加工操作

Step 1　复制 CAVITY_MILL 操作，使用参考刀具方法创建粗加工操作。

- 单击，切换到刀具视图。
- 单击，打开操作导航器对话框。
- 单击 CAVITY_MILL 操作，单击 MB3，打开快捷菜单，选择复制，单击刀具 D8，单击 MB3，打开快捷菜单，选择内部粘贴，生成 CAVITY_MILL_COPY 操作。
- 双击 CAVITY_MILL_COPY，打开型腔铣对话框，设置如图 13-68 所示的参数。



图 13-68

Step 2　设置切削参数

- 单击，设置如图 13-69 所示的切削参数，其余参数使用默认值，单击确定。

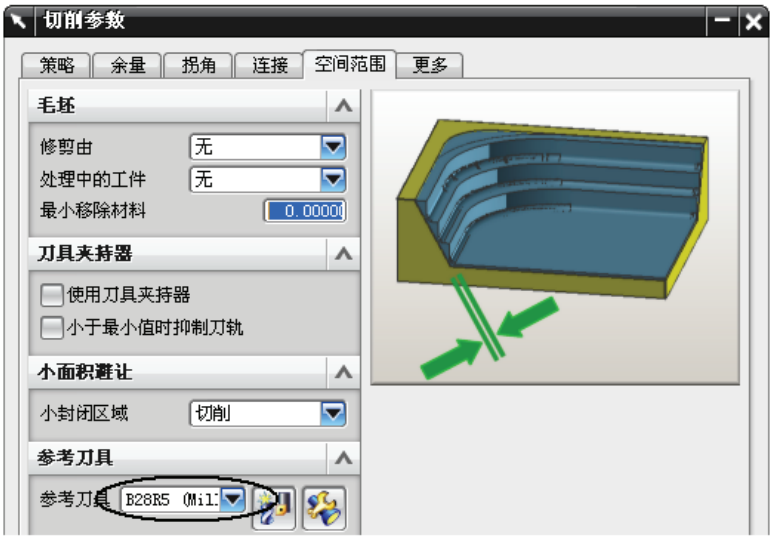


图 13-69

Step 3　设置非切削移动参数

- 单击，设置如图 13-70 所示的非切削移动参数，单击确定。

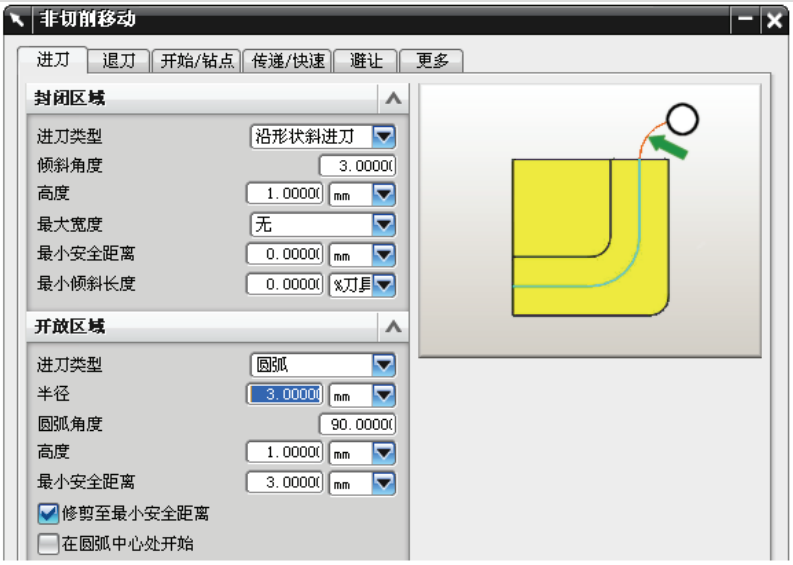


图 13-70

Step 4　设置切削速度

- 单击，设置如图 13-71 所示的主轴转速与进给速度，单击确定。



图 13-71

Step 5　生成刀轨

- 单击，生成如图 13-72 所示的刀轨，单击确认。

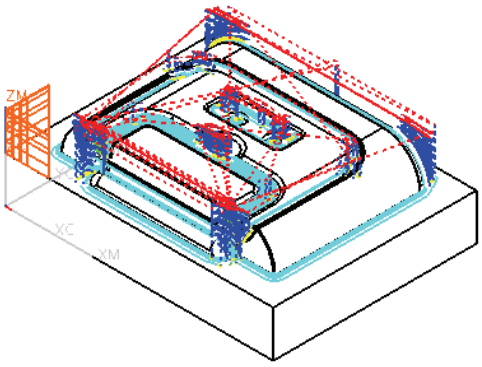


图 13-72

13.2.4　创建半精加工操作（1）

Step 1　创建等高轮廓铣操作

- 单击，选择如图 13-73 所示的操作子类型和父节点，单击确定，打开深度加工轮廓对话框，设置如图 13-74 所示的参数。



图 13-73



图 13-74

- 单击，打开切削参数对话框，删除底部的切削范围，定义如图 13-75 所示的切削范围。

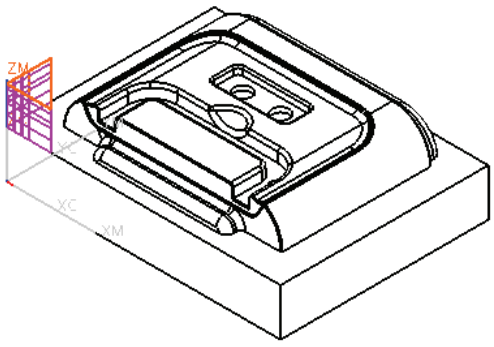


图 13-75

Step 2　设置切削参数

- 单击，设置如图 13-76 和图 13-77 所示的切削参数，单击确定。

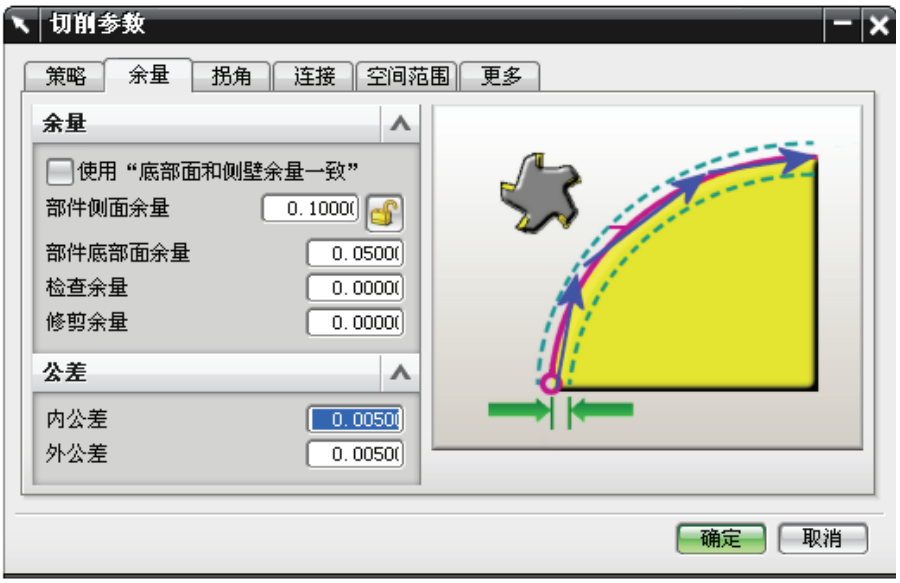


图 13-76



图 13-77

Step 3　设置非切削移动参数

- 单击，设置与前一操作相同的的非切削移动参数，单击确定。

Step 4　设置切削速度

- 单击，设置与前一操作相同的主轴速度与进给率，单击确定。

Step 5　生成刀轨

- 单击，生成如图 13-78 所示的刀轨，单击确定。

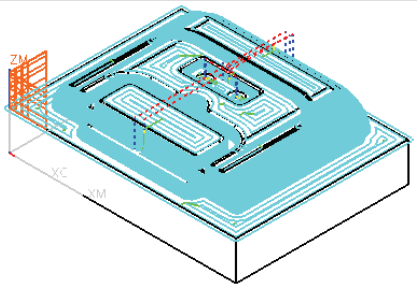


图 13-78

13.2.5 创建半精加工操作（2）

Step 1 使用区域驱动操作子类型，创建半精加工操作

- 单击，选择如图 13-79 所示的操作子类型和父节点，单击确定，打开如图 13-80 所示的轮廓区域对话框。



图 13-79



图 13-80

- 单击，选择如图 13-81 所示的曲面，单击确定。

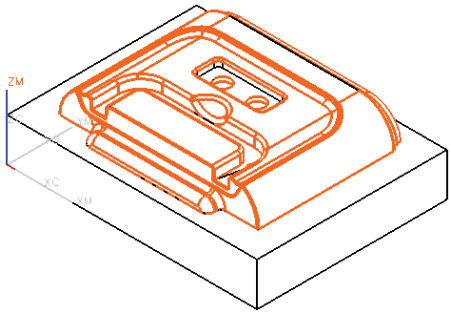


图 13-81

- 单击，设置如图 13-82 所示的参数，单击确定。



图 13-82

Step 2　设置切削参数

- 单击，设置如图 13-83 所示的切削参数，单击确定。

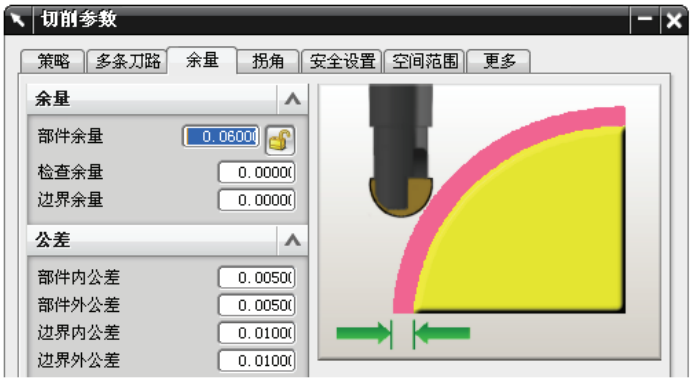


图 13-83

Step 3　设置非切削移动参数

- 单击，设置如图 13-84 所示的非切削移动参数，单击确定。

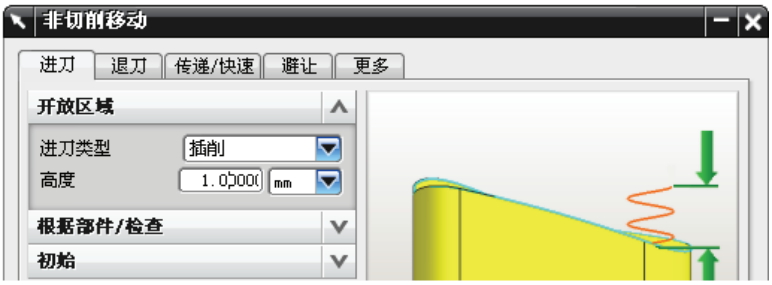


图 13-84

Step 4　设置切削速度

- 单击，设置与前一操作相同的主轴速度与进给率，单击确定。

Step 5　生成刀轨

- 单击，生成如图 13-85 所示的刀轨，单击确定。

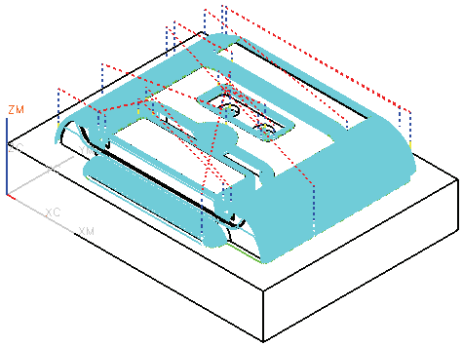


图 13-85

13.2.6　创建半精加工操作（3）

Step 1　复制 ZLEVEL_PROFILE 操作，创建半精加工操作

- 单击，切换到刀具视图。
- 单击 ZLEVEL_PROFILE 操作，单击 MB3，打开快捷菜单，选择复制，单击刀具 R2_R，单击 MB3，打开快捷菜单，选择内部粘贴，生成 ZLEVEL_PROFILE_COPY 操作。
- 双击 ZLEVEL_PROFILE_COPY，打开深度加工轮廓对话框，设置如图 13-86 所示的参数。
- 单击，重新选择如图 13-87 所示的表面，单击确定。



图 13-86

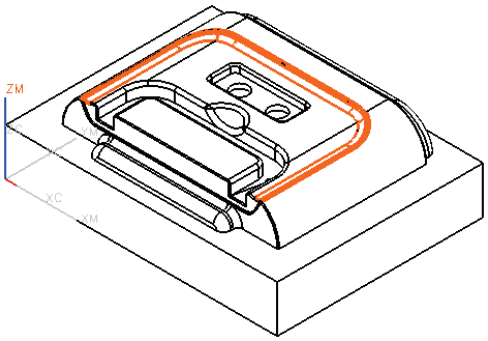


图 13-87

Step 2　设置切削参数

- 单击，设置如图 13-88、图 13-89、图 13-90 和图 13-91 所示的切削参数，单击确定。

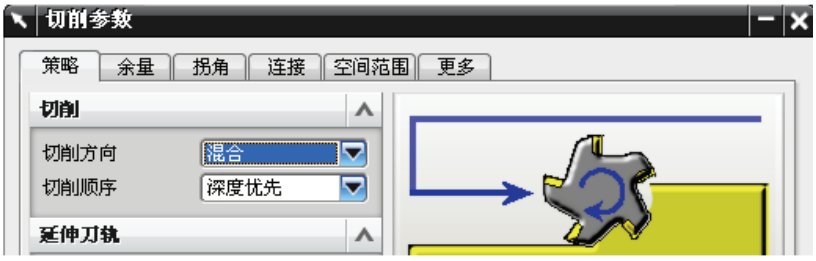


图 13-89

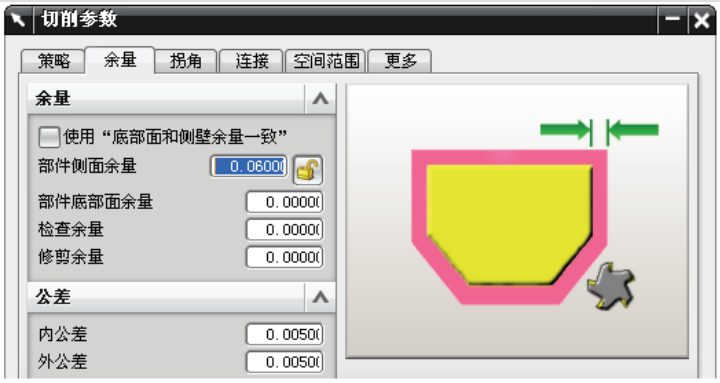


图 13-89

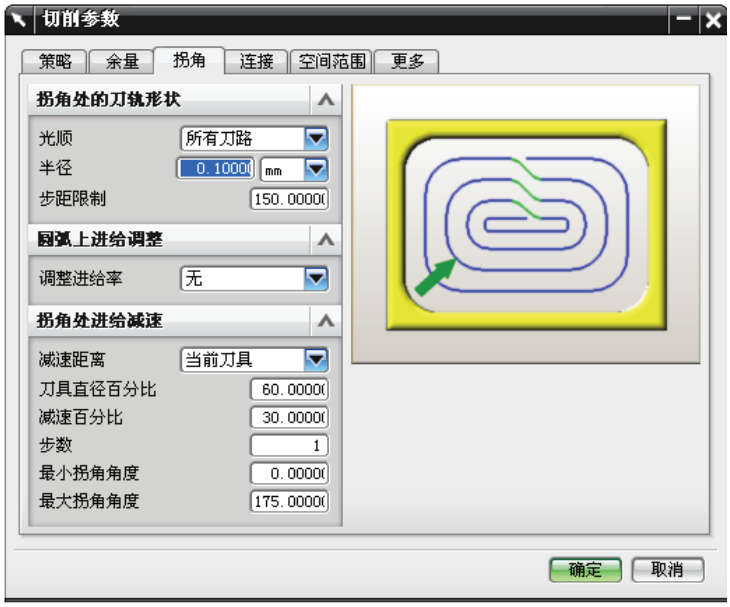


图 13-90

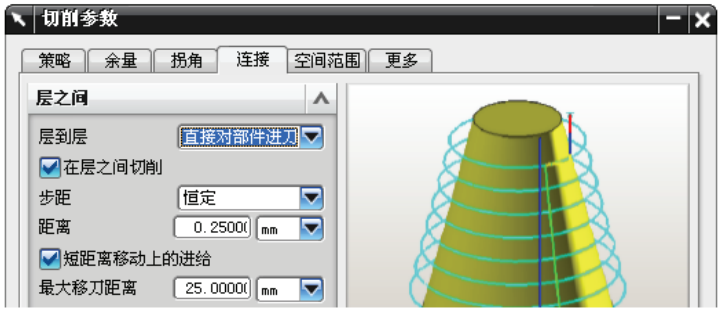


图 13-91

Step 3　设置切削速度

- 单击，设置如图 13-92 所示切削的速度，单击确定。



图 13-92

Step 4　生成刀轨

- 单击，生成如图 13-93 所示的刀轨，单击确定。

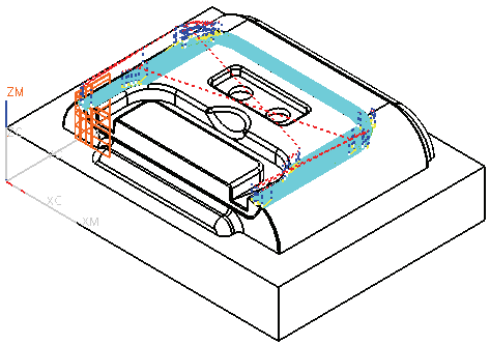


图 13-93

13.2.7　创建精加工操作（1）

Step 1　创建面铣操作

- 单击，选择如图 13-94 所示的操作子类型和父节点，单击确定，打开平面铣对话框，设置如图 13-95 所示的参数。



图 13-94



图 13-95

- 单击，选择如图 13-96 所示的平表面，单击确定。

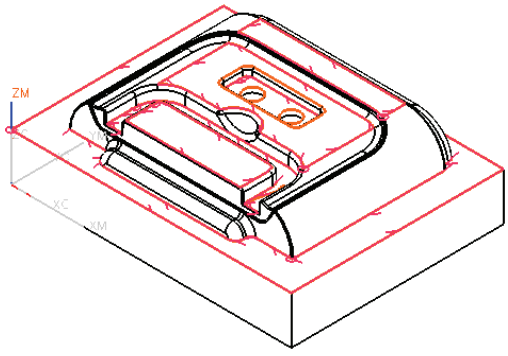


图 13-96

Step 2　设置切削参数

- 单击，设置如图 13-97 和图 13-98 所示的参数，其余参数使用默认值，单击确定。

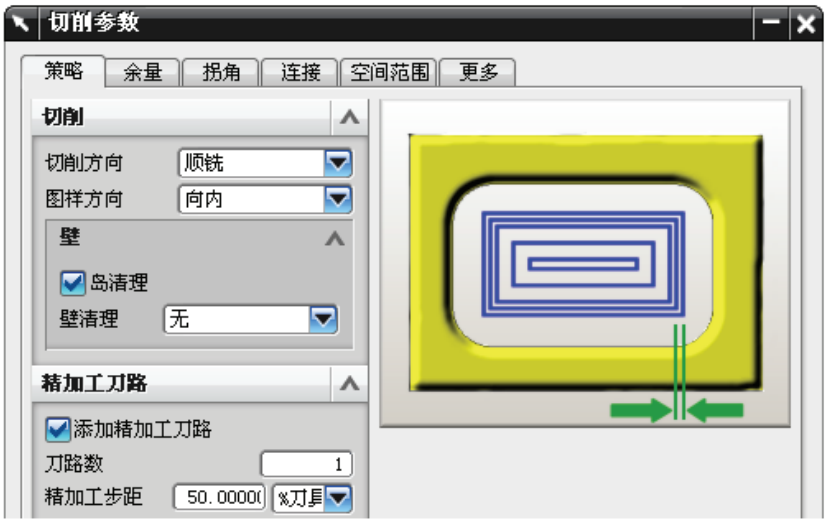


图 13-97

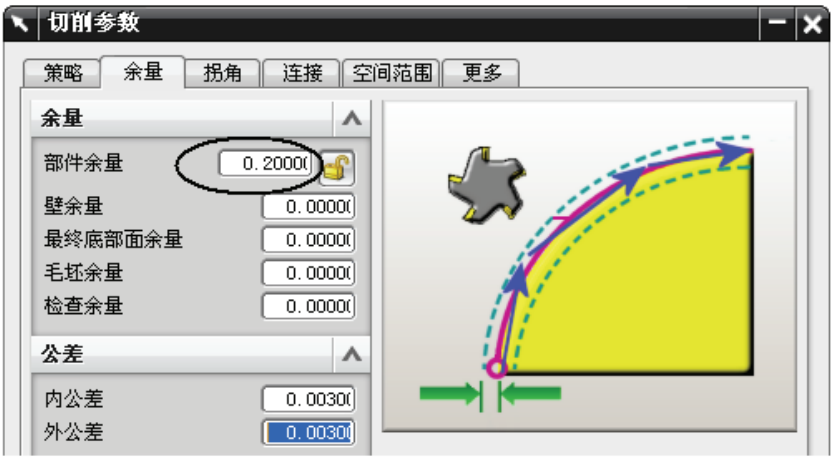


图 13-98

Step 3　设置非切削移动参数

- 单击，设置与前一操作相同的非切削移动参数，单击确定。

Step 4　设置切削速度

- 单击，设置如图 13-99 所示的主轴速度与进给率，单击确定。



图 13-99

Step 5　生成刀轨

- 单击，生成如图 13-100 所示的刀轨，单击确定。

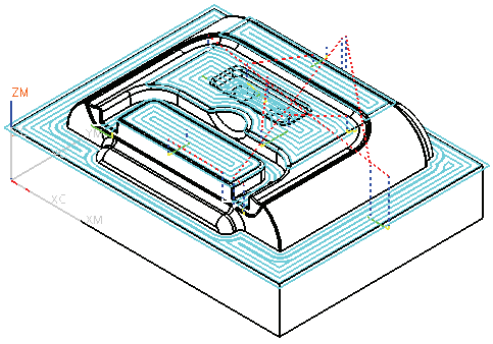


图 13-100

13.2.8　创建精加工操作（2）

Step 1　使用平面铣操作子类型，创建精加工操作

- 单击，选择如图 13-101 所示的操作子类型和父节点，单击确定，打开平面铣对

话框，设置如图 13-102 所示的参数。



图 13-101



图 13-102

- 单击，定义如图 13-103 所示的零件边界（材料侧为外）和底平面，单击确定。

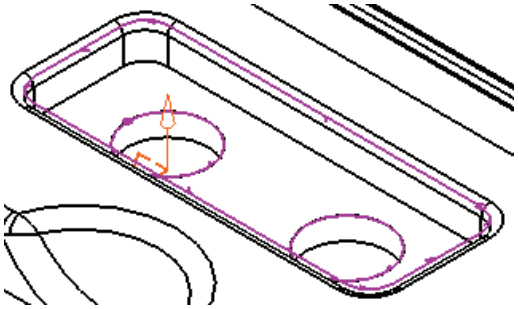


图 13-103

Step 2　设置切深参数

- 单击，设置如图 13-104 所示的切深参数，单击确定。

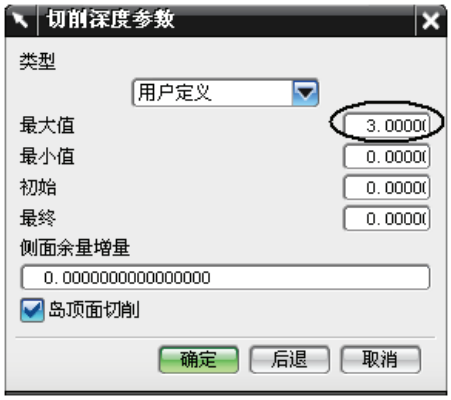


图 13-104

Step 3　设置切削参数

- 单击，设置如图 13-105 所示的切削参数，其余参数使用默认值，单击确定。



图 13-105

Step 4　设置非切削移动参数

- 单击，设置与前一操作相同的非切削移动参数，单击确定。

Step 5　设置切削速度

- 单击，设置与前一操作相同的主轴速度与进给率，单击确定。

Step 6　生成刀轨

- 单击，生成如图 13-106 所示的刀轨，单击确定。

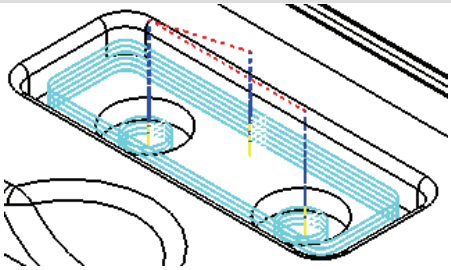


图 13-106

13.2.9　创建精加工操作（3）

Step 1　复制 CONTOUR_AREA 操作，创建精加工操作

- 单击 CONTOUR_AREA 操作，单击 MB3，打开快捷菜单，选择复制，单击刀具 R4_F，单击 MB3，打开快捷菜单，选择内部粘贴，生成操作 CONTOUR_AREA_COPY。
- 双击 CONTOUR_AREA_COPY，打开操作对话框。
- 单击，设置如图 13-107 所示的参数，单击确定。



图 13-107

Step 2　设置切削参数

- 单击，设置如图 13-108 所示的切削参数，单击确定。

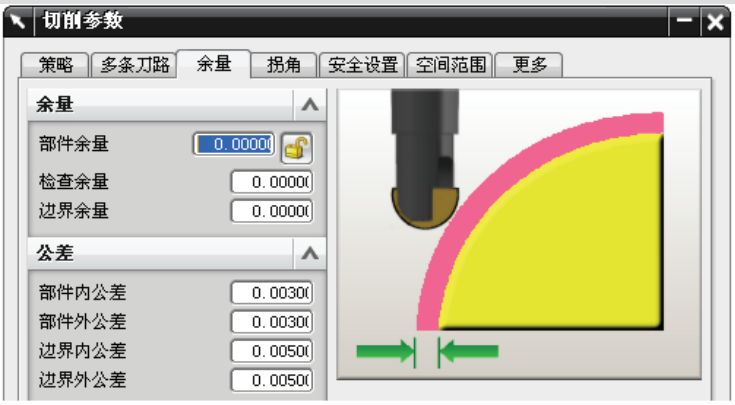


图 13-108

Step 3　设置切削速度

- 单击，设置如图 13-109 所示的主轴速度与进给率，单击确定。



图 13-109

Step 4　生成刀轨

- 单击，生成如图 13-110 所示的刀轨，单击确定。

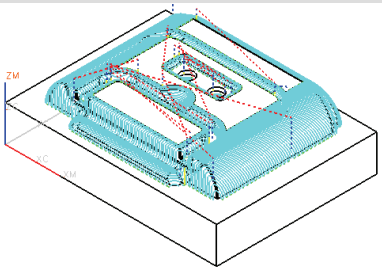


图 13-110

13.2.10　创建清根操作（1）

Step 1　复制 CONTOUR_AREA_COPY 操作，创建清根操作

- 单击 CONTOUR_AREA_COPY 操作，单击 MB3，打开快捷菜单，选择复制，单击刀具 R1.5_F，单击 MB3，打开快捷菜单，选择内部粘贴，生成 CONTOUR_AREA_COPY_COPY 操作。
- 双击 CONTOUR_AREA_COPY_COPY，打开轮廓区域对话框，设置如图 13-111 所示的参数。



图 13-111

- 单击，设置如图 13-112 所示的参数，单击确定。

Step 2　设置切削速度

- 单击，设置如图 13-113 所示的主轴速度与进给率，单击确定。



图 13-112



图 13-113

Step 3　生成刀轨

- 单击，生成如图 13-114 所示的清根刀轨，单击确定。

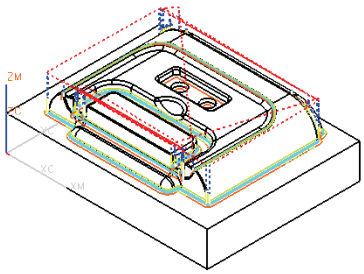


图 13-114

13.2.11　创建清根操作（2）

Step 1　复制 ZLEVEL_PROFILE 操作，创建半精加工操作

- 单击，切换到刀具视图。

- 单击 ZLEVEL_PROFILE 操作，单击 MB3，打开快捷菜单，选择复制，单击刀具 M6，单击 MB3，打开快捷菜单，选择内部粘贴，生成 ZLEVEL_PROFILE_COPY_1 操作。
- 双击 ZLEVEL_PROFILE_COPY_1，打开深度加工轮廓对话框，设置如图 13-115 所示的参数。



图 13-115

Step 2　设置切削范围

- 单击，打开切削层设置对话框，定义如图 13-116 所示的切削范围（切深约 1mm），单击确定。



图 13-116

Step 3　设置切削参数

- 单击，设置如图 13-117 所示的切削参数，单击确定。

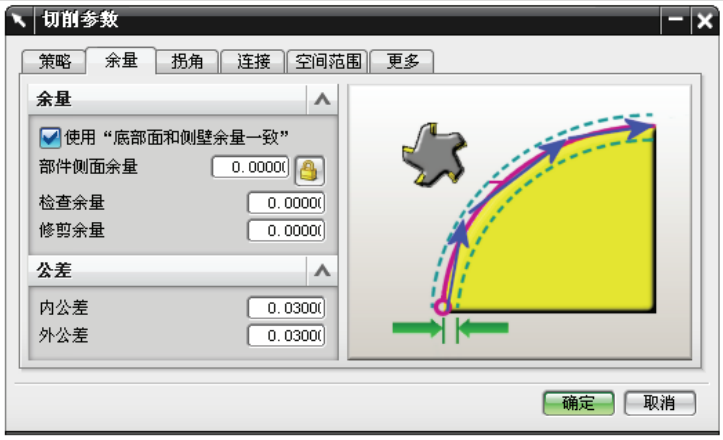


图 13-117

Step 4　设置切削速度

- 单击，设置如图 13-118 所示的主轴速度与进给率，单击确定。



图 13-118

Step 5　生成刀轨

- 单击，生成如图 13-119 所示的清根刀轨，单击确定。

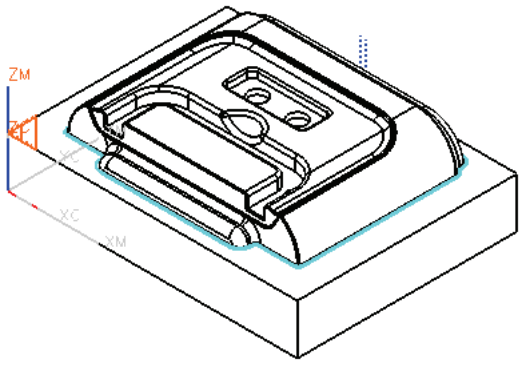


图 13-119

13.2.12　输出 NC 程序

Step 1　操作分组

- 在完成编程之后，按工艺要求对操作进行分组，如图 13-120 所示。



图 13-120

Step 2　输出 NC 程序

- 选择程序组 NC_PROGRAM，单击，打开后处理对话框，选择正确的后处理程序，指定输出 NC 文件名，如图 13-121 所示，单击确定，输出 NC 程序。


后处理
后处理器
WIRE_EDM_4_AXIS
MILL_3_AXIS
MILL_3_AXIS_TURBO
MILL_4_AXIS
MILL_5_AXIS
LATHE_2_AXIS_TOOL_TIP
LATHE_2_AXIS_TURRET_REF
MILLTURN
浏览查找后处理器
输出文件
文件名
E:\examples\core_milling_2.nc
浏览查找一个输出文件
设置
单位
定义了后处理
列出输出
确定
应用
取消

图 13-121

第 14 章　型腔零件铣削编程实例

14.1　实例 1

工　　件：如图 14-1 所示，材料为 718，硬度为 HRC58。

加工要求：铣削尺寸精度为±0.01mm；铣削表面粗糙度上限为 Ra3.2。

加工条件：机床为 MAKINO-V56，使用虎钳装加。

根据加工条件和加工要求，制订如表 14-1 所示的加工工艺方案，各操作中的切削参数、主轴速度、进给率等均按上述加工条件设定。

表 14-1

工　序	刀　具	余　量	备　注
粗加工	16R0.8	0.3 mm (侧面) 0.2 mm (底面)	圆鼻刀/机夹刀 （可换硬质合金刀片）
	D6R0.5		半新 TiAlN 涂层刀具
半精加工	D6R0.5	0.1mm	
精加工	M8 R3_F R1_F	0	全新 TiAlN 涂层刀具

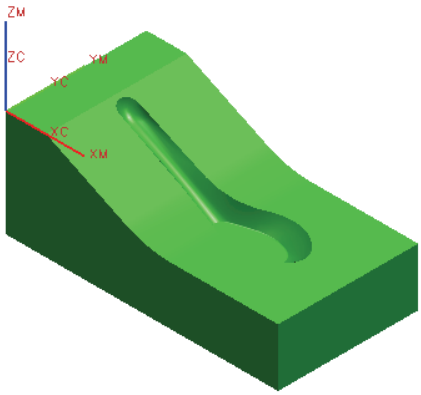


图 14-1

【目的】编写简单凹模零件的完整铣削程序，重点学习操作参数设置。编写程序时，也可使用 11 章中创建的铣削模板 my_milling_template.prt，以提高编程速度。

本实例可参考配书光盘中的视频文件光盘\nxcam_video\examples\cavity_milling_1_v.exe 或按以下步骤完成。

14.1.1 编程准备

Step 1 打开零件

- Open→光盘\nxcam_parts\examples\cavity_milling_1.prt。

Step 2 运行加工模块

- Start→Manufacturing。

Step 3 定义工件（WORKPIECE）

- 单击，打开操作导航器对话框。
- 单击，切换到几何视图。
- 双击 MCS_MILL，定义 MCS 与 WCS 重合；安全设置选项为平面，距离零件上表面 10mm。
- 双击 WORKPIECE，定义如图 14-1 所示的零件为 Part，毛坯使用自动块定义，设置偏置 ZM+=0.5，单击确定。

Step 4 创建刀具

- 创建本实例加工工艺方案表格中所列的刀具，也可参考加工创建一章中的相关内容创建刀具。

14.1.2 创建粗加工操作

Step 1 使用型腔铣，创建粗加工操作

- 单击，选择如图 14-2 所示的操作子类型和父节点。单击确定，打开型腔铣对话框，设置如图 14-3 所示的参数。



图 14-2



图 14-3

- 单击，打开切削层参数设置对话框，删除底部的切削范围，定义如图 14-4 所示的切削范围，单击确定。

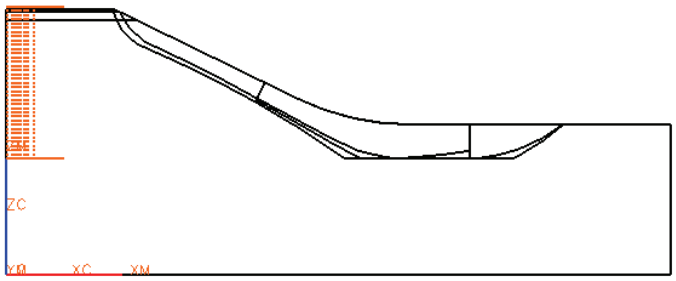


图 14-4

Step 2　设置切削参数

- 单击，设置如图 14-5、图 14-6、图 14-7 和图 14-8 所示的参数，其余参数使用默认值，单击确定。

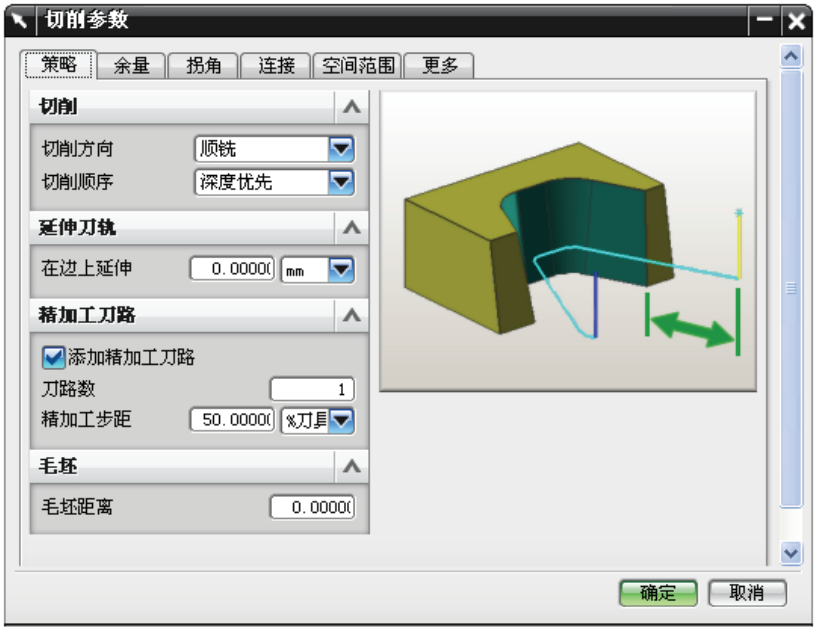


图 14-5

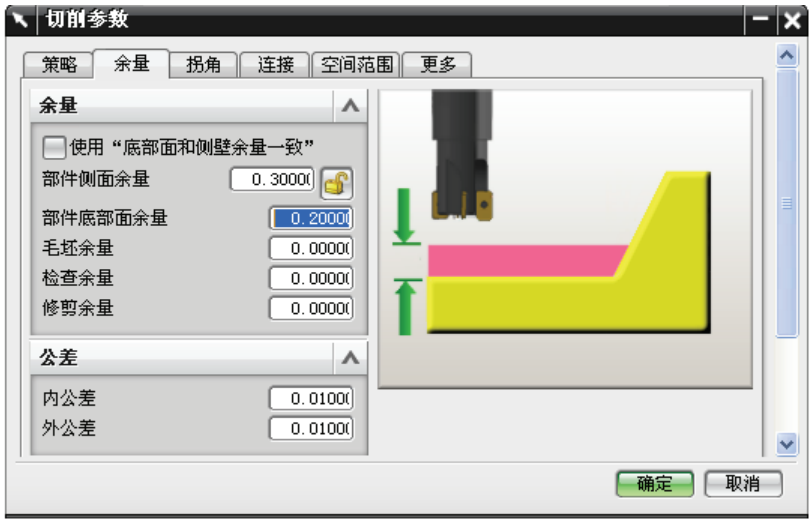


图 14-6

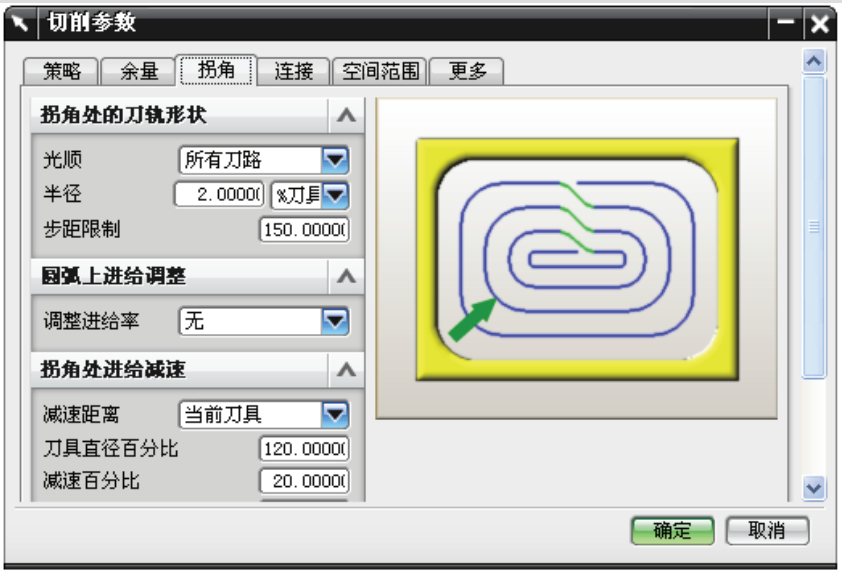


图 14-7

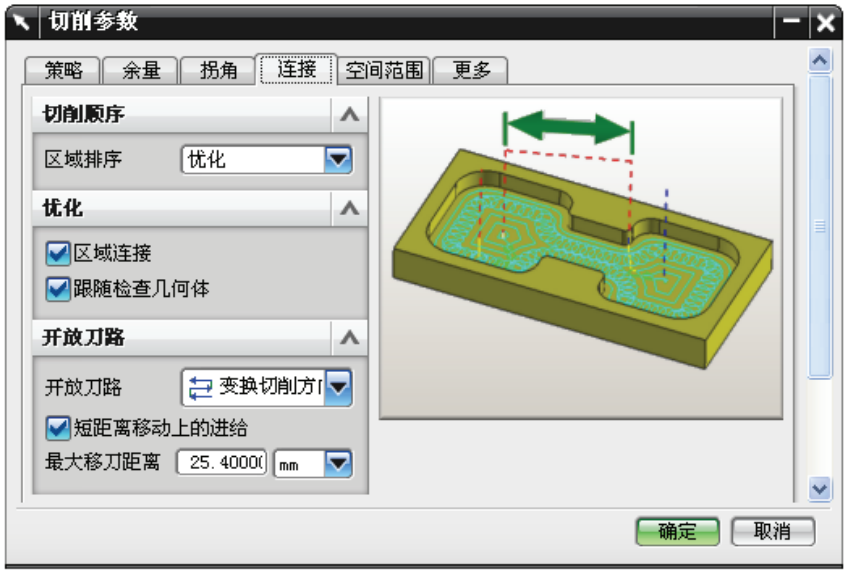


图 14-8

Step 3　设置非切削移动参数

- 单击，设置如图 14-9 所示的参数，其余参数使用默认值，单击确定。

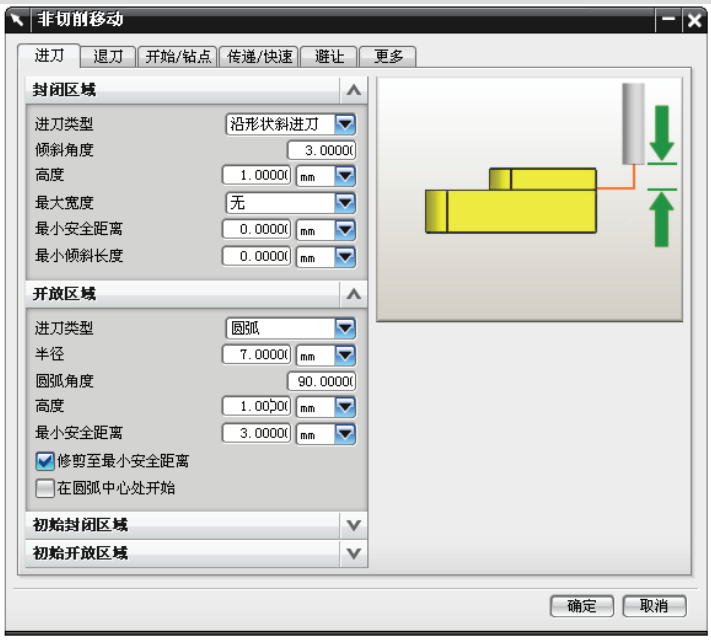


图 14-9

Step 4　设置切削速度

- 单击，设置如图 14-10 所示的切削速度，单击确定。



图 14-10

Step 5　生成刀轨

- 单击，生成刀轨并验证，如图 14-11 所示，单击确定。

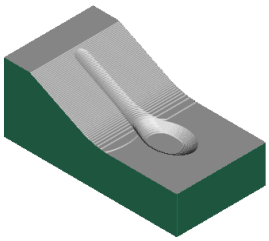


图 14-11

14.1.3　创建二次粗加工操作

Step 1　复制 CAVITY_MILL 操作，使用参考刀具方法创建粗加工操作。

- 单击，切换到刀具视图。
- 单击 CAVITY_MILL 操作，单击 MB3，打开快捷菜单，选择复制，单击刀具 D6R0.5，单击 MB3，打开快捷菜单，选择内部粘贴，生成操作 CAVITY_MILL_COPY。
- 双击 CAVITY_MILL_COPY，打开型腔铣对话框，设置如图 14-12 所示的参数。



图 14-12

Step 2　设置切削参数

- 单击，设置如图 14-13 所示的参数，其余参数使用默认值，单击确定。

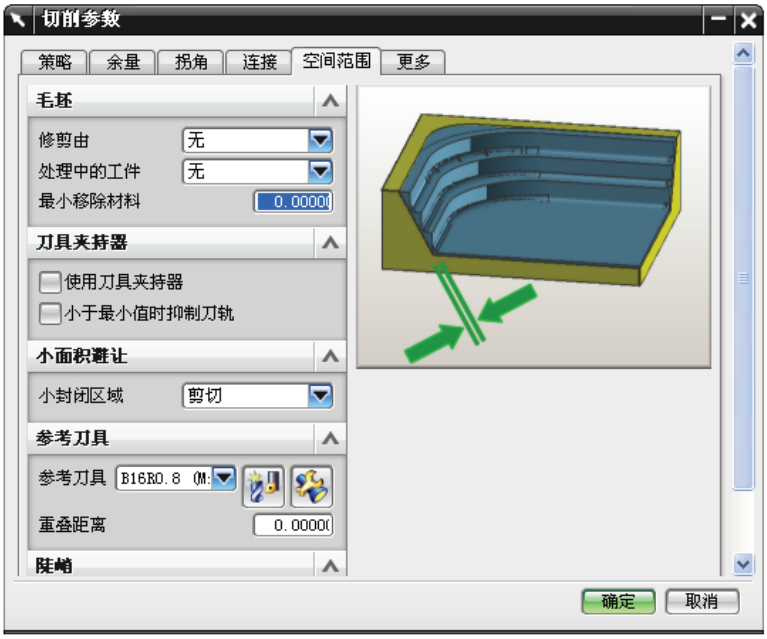


图 14-13

Step 3　设置非切削移动参数

- 单击，设置如图 14-14 所示的参数，其余参数使用默认值，单击确定。

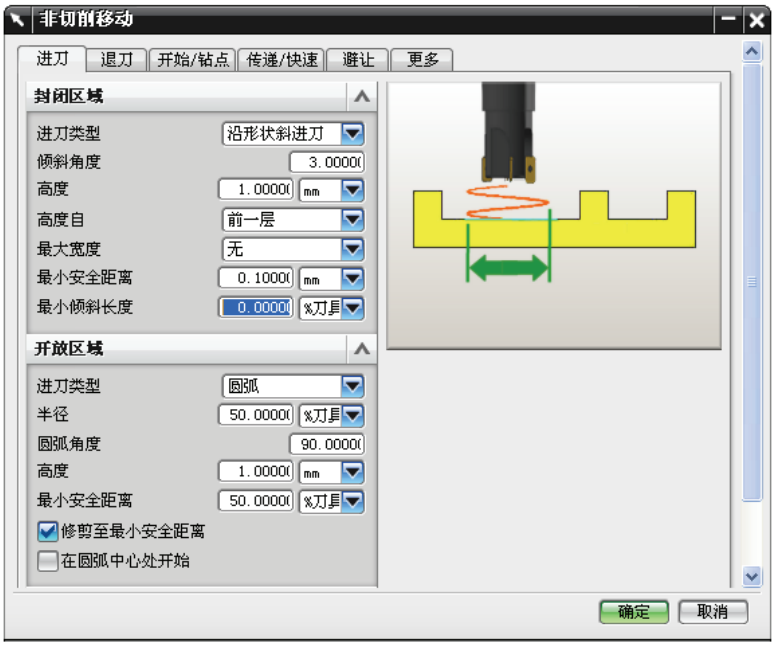


图 14-14

Step 4　设置切削速度

- 单击，设置如图 14-15 所示的主轴速度与进给率，单击确定。



图 14-15

Step 5　生成刀轨

- 单击，生成如图 14-16 所示的刀轨，单击确定。

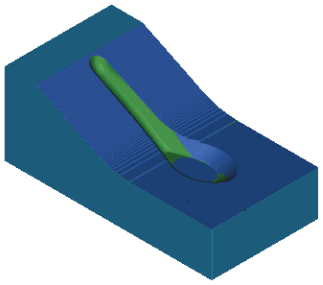


图 14-16

14.1.4　创建半精加工操作

Step 1　使用等高轮廓铣操作子类型，创建半精加工操作

- 单击，选择如图 14-17 所示的操作子类型和父节点，单击确定，打开深度加工轮廓对话框，设置如图 14-18 所示的参数。



图 14-17

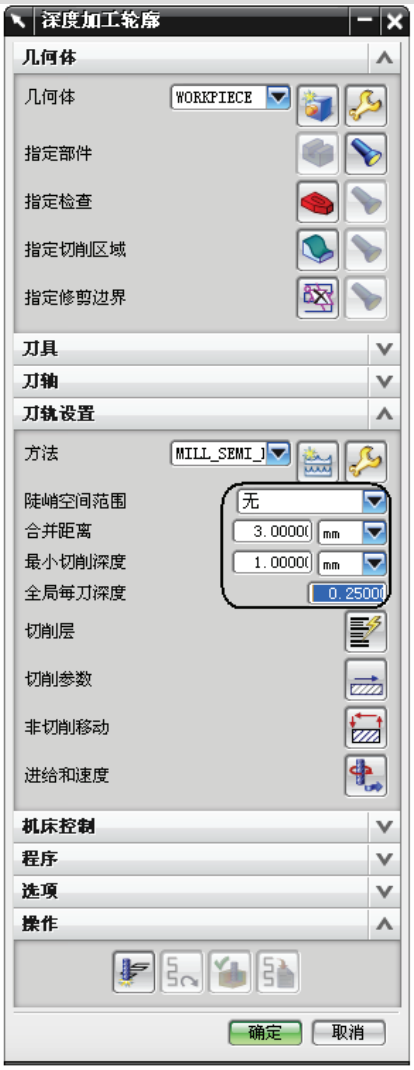


图 14-18

- 单击，选择如图 14-19 所示的表面，单击确定。

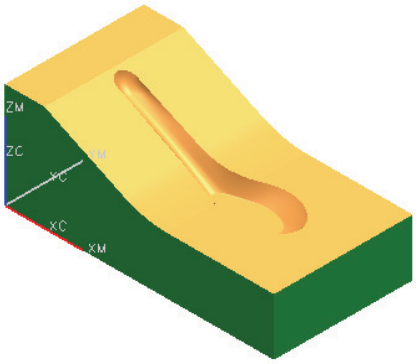


图 14-19

Step 2　设置切削参数

- 单击，设置如图 14-20、图 14-21 和图 14-22 所示的参数，其余参数使用默认值，单击确定。

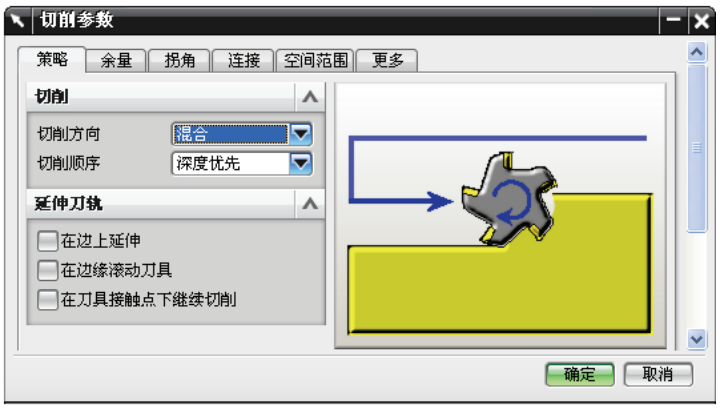


图 14-20

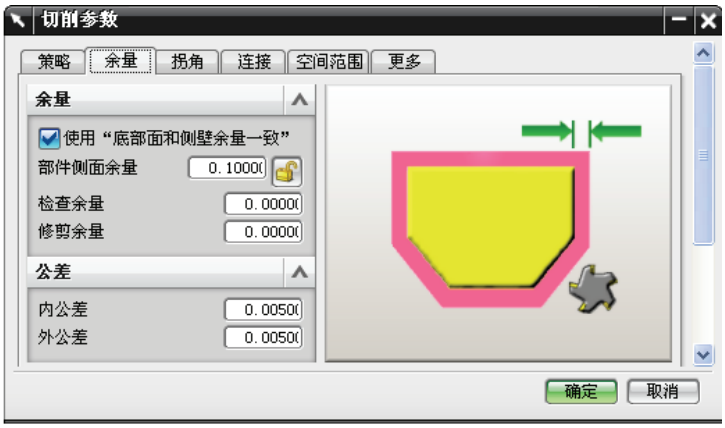


图 14-21

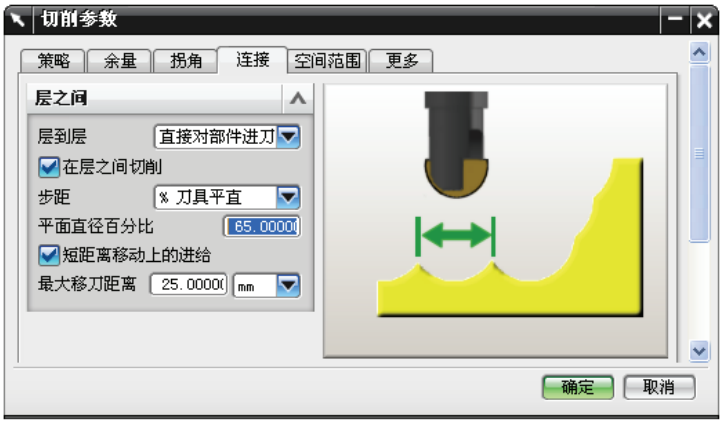


图 14-22

Step 3　设置非切削移动参数

- 单击，设置与前一操作相同的非切削移动参数，单击确定。

Step 4　设置切削速度

- 单击，设置与前一个操作相同的主轴速度与进给率，单击确定。

Step 5　生成刀轨

- 单击，生成如图 14-23 所示的刀轨，单击确定。

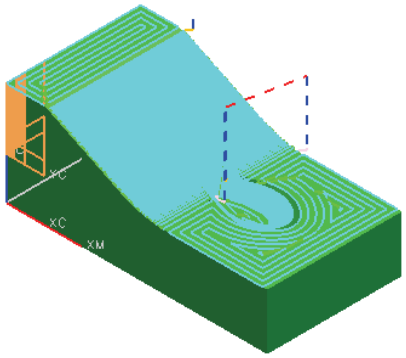


图 14-23

14.1.5　创建精加工操作（1）

Step 1　使用面铣操作子类型，创建精加工操作

- 单击，选择如图 14-24 所示的操作子类型和父节点，单击确定，打开平面铣对话框，设置如图 14-25 所示的参数。



图 14-24



图 14-25

- 单击，选择如图 14-26 所示的平表面，单击确定。

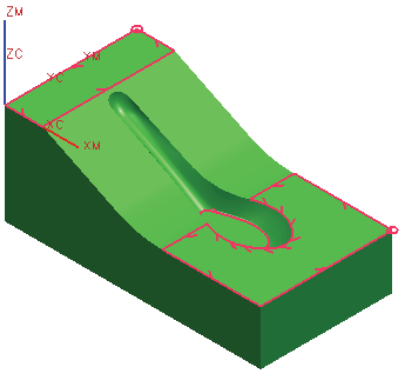


图 14-26

Step 2　设置切削参数

- 单击，设置如图 14-27、图 14-28 和图 14-29 所示的切削参数，其余参数使用默认值，单击确定。

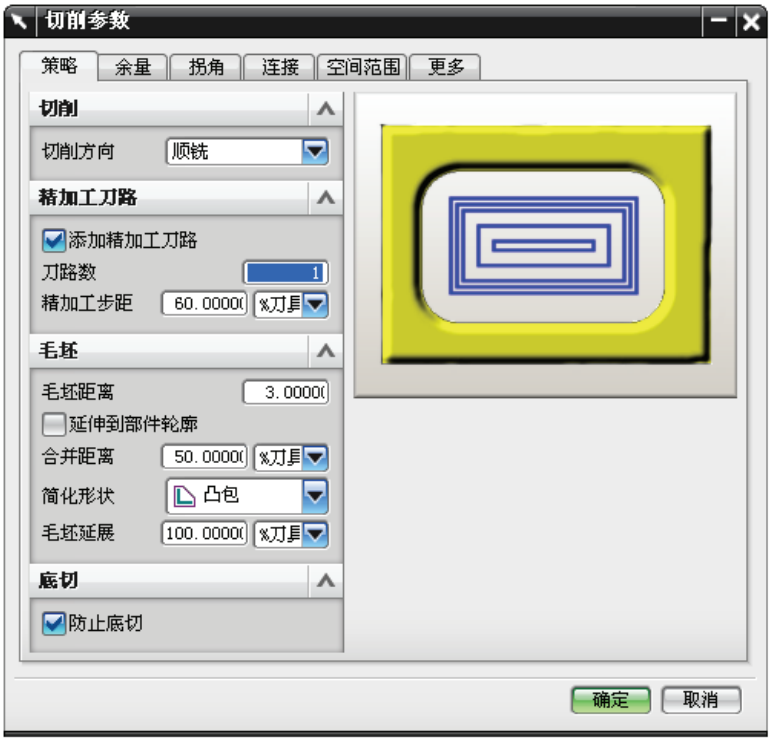


图 14-27

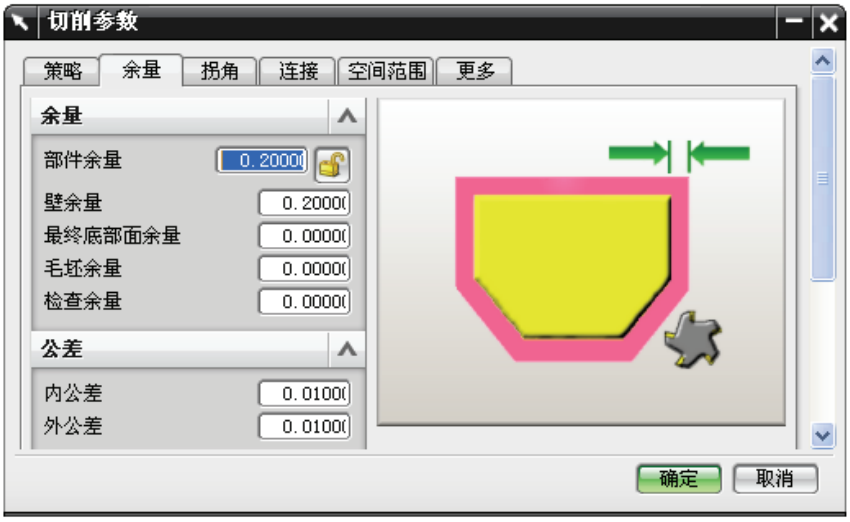


图 14-28

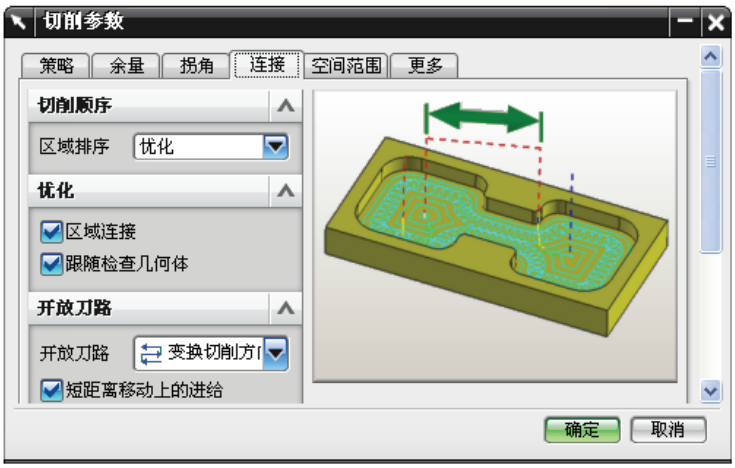


图 14-29

Step 3　设置非切削移动参数

- 单击，设置与前一操作相同的非切削移动参数，单击确定。

Step 4　设置切削速度

- 单击，设置如图 14-30 所示的主轴速度与进给率，单击确定。



图 14-30

Step 5　生成刀轨

- 单击，生成如图 14-31 所示的刀轨，单击确定。

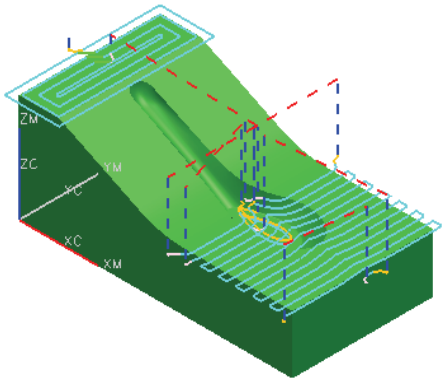


图 14-31

14.1.6　创建精加工操作（2）

Step 1　使用区域驱动方法，创建曲面轮廓铣操作

- 单击，选择如图 14-32 所示的操作子类型和父节点，单击确定，打开如图 14-33 所示的轮廓区域对话框。



图 14-32



图 14-33

- 单击，选择如图 14-34 所示的表面，单击确定。

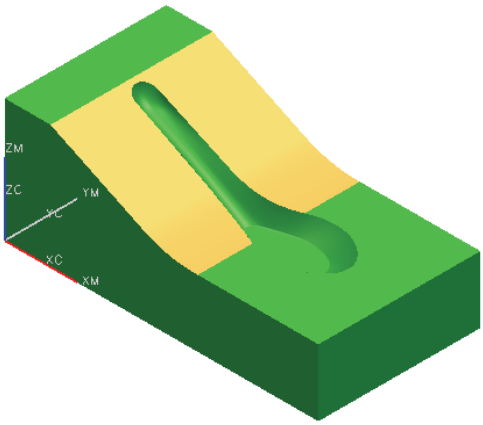


图 14-34

- 单击，设置如图 14-35 所示的参数，单击确定。



图 14-35

Step 2　设置切削参数

- 单击，设置如图 14-36 所示的参数，其余参数使用默认值，单击确定。

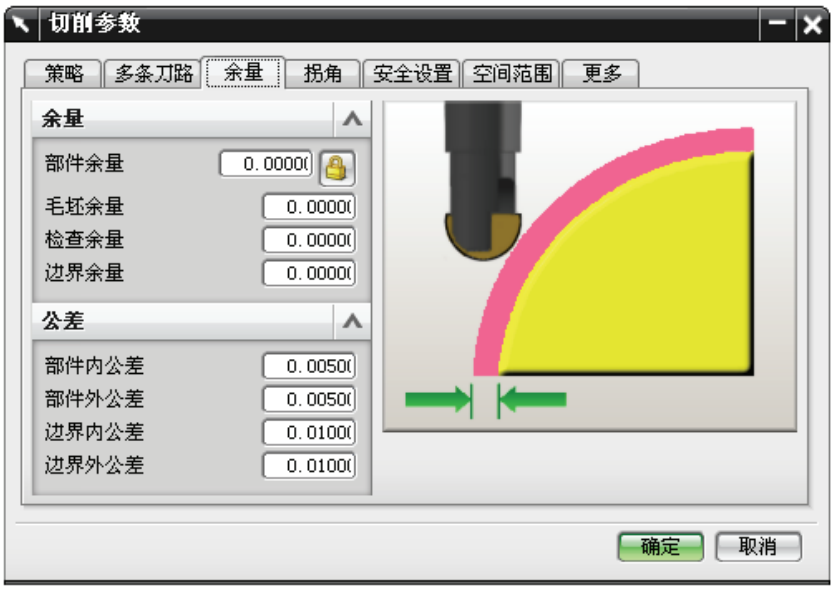


图 14-36

Step 3　设置非切削移动参数

- 单击，设置如图 14-37 所示的参数，单击确定。

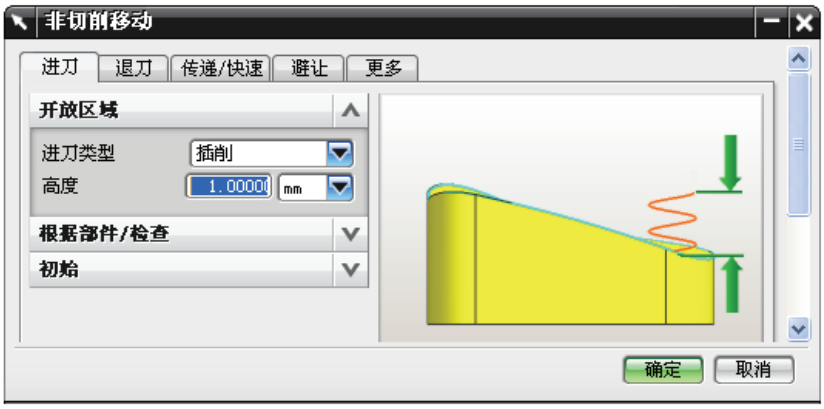


图 14-37

Step 4　设置切削速度

- 单击，设置如图 14-38 的主轴速度与进给率，单击确定。



图 14-38

Step 5　生成刀轨

- 单击，生成如图 14-39 所示的刀轨，单击确定。

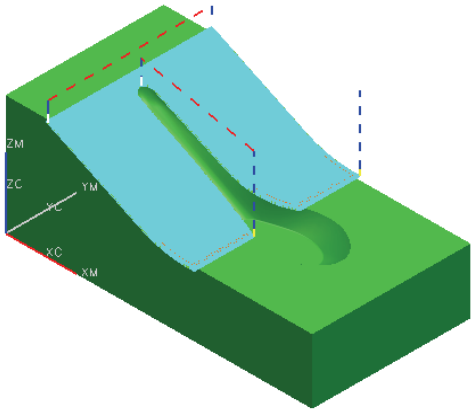


图 14-39

14.1.7 创建精加工操作（3）

Step 1 复制 CONTOUR_AREA 操作，创建精加工操作。

- 单击 CONTOUR_AREA 操作，单击 MB3，打开快捷菜单，选择复制，单击刀具 R3_F，单击 MB3，打开快捷菜单，选择内部粘贴，生成 CONTOUR_AREA_COPY 操作。
- 双击 CONTOUR_AREA_COPY，打开操作对话框。
- 单击，重新选择如图 14-40 所示的表面，单击确定。
- 单击，设置如图 14-42 所示的参数，单击确定。

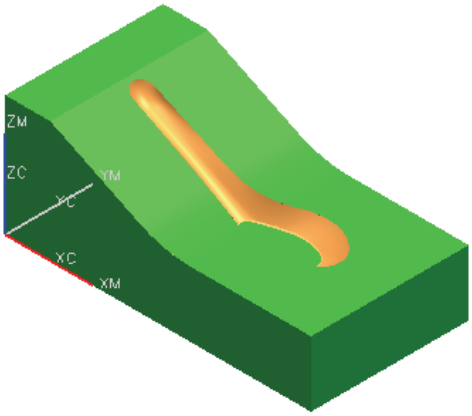


图 14-40



图 14-41

Step 2 生成刀轨

- 单击，生成如图 14-42 所示的刀轨，单击确定。

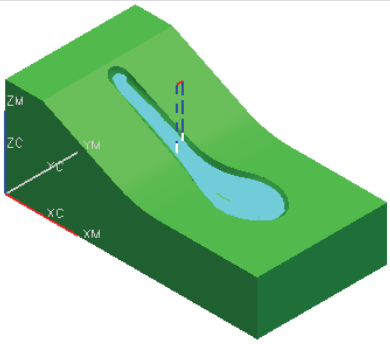


图 14-42

14.1.8　创建清根操作

Step 1　复制 CONTOUR_AREA_ COPY 操作，创建清根操作。

- 单击 CONTOUR_AREA_ COPY 操作，单击 MB3，打开快捷菜单，选择复制，单击刀具 R1_F，单击 MB3，打开快捷菜单，选择粘贴（paste），粘贴此操作，生成 CONTOUR_AREA_ COPY_COPY 操作。
- 双击 CONTOUR_AREA_ COPY _COPY，打开轮廓区域对话框，选择清根驱动方法，如图 14-43 所示。



图 14-43

- 单击，设置如图 14-44 所示的参数，单击确定。

Step 2　设置切削速度

- 单击，设置如图 14-45 所示的主轴速度与进给率，单击确定。



图 14-44



图 14-45

Step 3　生成刀轨

- 单击，生成如图 14-46 所示的刀轨，单击确定。

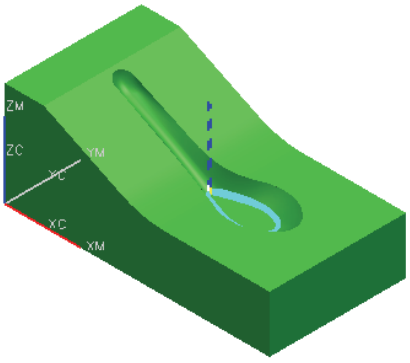


图 14-46

14.1.9　输出 NC 程序

Step 1　操作分组

- 在完成编程之后，按工艺要求对操作进行分组，如图 14-47 所示。



图 14-47

Step 2　输出 NC 程序

- 选择程序组 NC_PROGRAM，单击，打开后处理对话框，选择正确的后处理程序，指定输出 NC 文件名，如图 14-48 所示，单击确定，输出 NC 程序。



图 14-48

14.2 实例 2

工　　件：如图 14-49 所示，材料为 718，硬度为 HRC58。

加工要求：铣削尺寸精度为±0.01mm；铣削表面粗糙度上限为 Ra3.2。

加工条件：机床为 MAKINO-V56，使用虎钳装加。

根据加工条件和加工要求，制订如表 14-2 所示的加工工艺方案，各操作中的切削参数、主轴速度、进给率等均按上述加工条件设定。此零件中浇口套安装孔一般使用线切割加工，两个侧浇口底面为斜面，可使用电极加工，因此本例中不编写其加工程序。

表 14-2

工　序	刀　具	余　量	备　注
粗加工	D16R0.8	0.4 mm（侧面） 0.2 mm（底面）	圆鼻刀/机夹刀 （可换硬质合金刀片）
	D4		半新 TiAlN 涂层刀具
半精加工	D4	0.1mm	
精加工	M3 R2.5_F R1.5	0	全新 TiAlN 涂层刀具

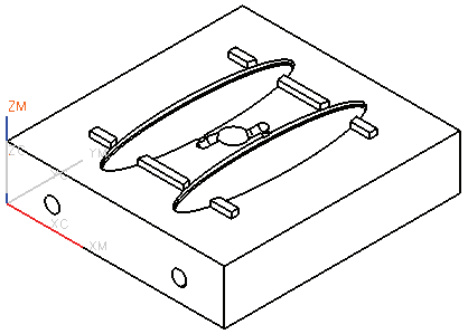


图 14-49

【目的】编写凹模零件的完整铣削程序，重点学习使用平面铣加工流道的编程方法。编程时也可使用 11 章中创建的铣削模板 my_milling_template.prt，以提高编程速度。

本实例可参考配书光盘中的视频文件光盘\nxcam_video\examples\cavity_milling_2.exe 或按以下步骤完成。

14.2.1 编程准备

Step 1　打开零件

- Open→光盘\nxcam_parts\examples\cavity_milling_2.prt。

Step 2　运行加工模块

- Start→Manufacturing。

Step 3　定义工件（WORKPIECE）

- 单击，切换到几何视图。
- 双击 MCS_MILL，定义 MCS 与 WCS 重合。
- 安全设置选项为平面，距离零件上表面 10mm。
- 双击 WORKPIECE，定义零件为 Part，毛坯使用自动块定义，设置 ZM+=0.5，单击确定。

Step 4　创建刀具

- 创建本实例加工工艺方案表格中所列的刀具，也可参考加工创建一章中的相关内容创建刀具。

14.2.2　创建粗加工操作

Step 1　创建型腔铣操作

- 单击，选择如图 14-50 所示的操作子类型和父节点,单击确定，打开型腔铣对话框，设置如图 14-51 所示的参数。

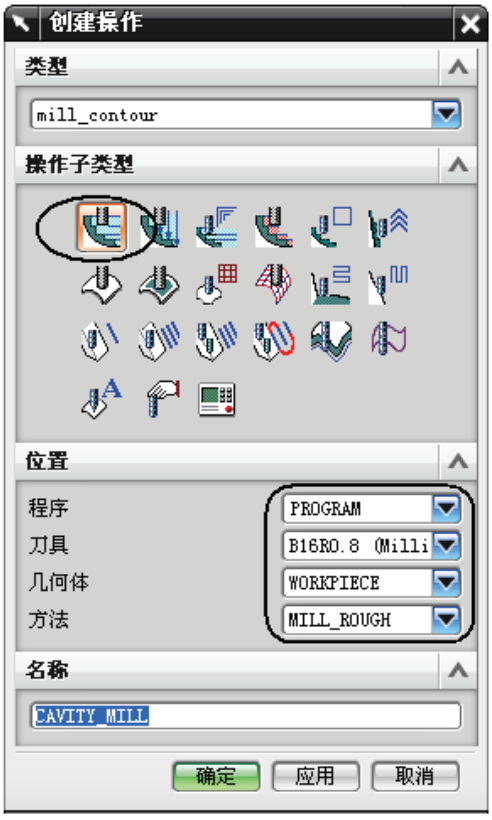


图 14-50



图 14-51

Step 2　设置切削参数

- 单击，设置如图 14-52、图 14-53、图 14-54 和图 14-55 所示的切削参数，其余参数使用默认值，单击确定。

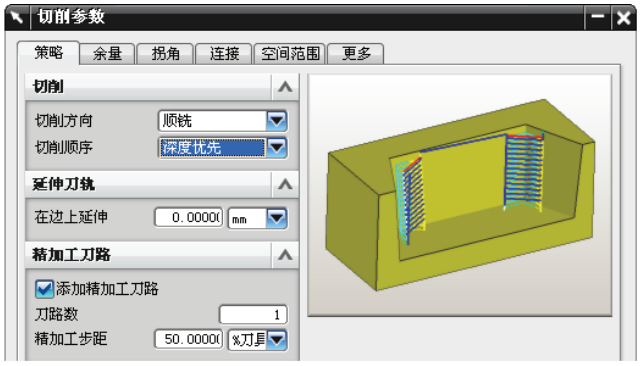


图 14-52

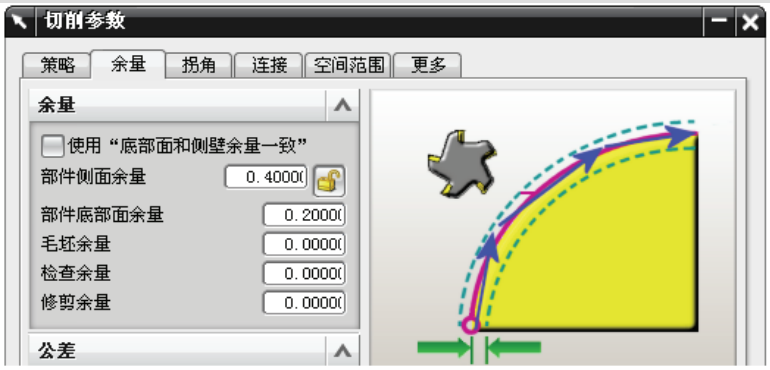


图 14-53

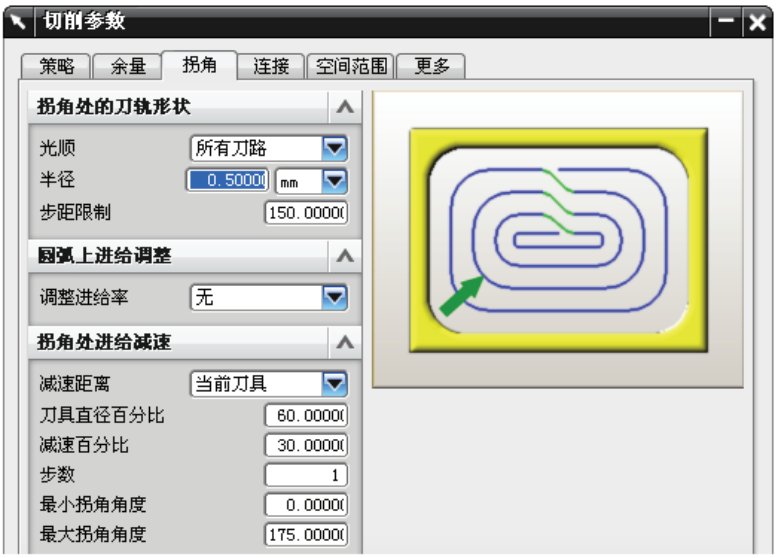


图 14-54

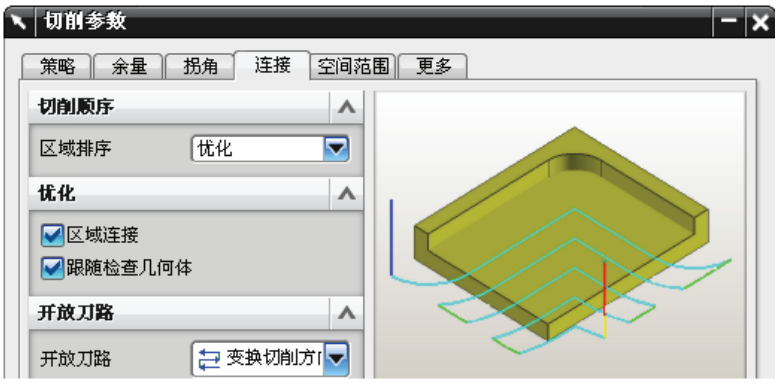


图 14-55

Step 3　设置非切削移动参数

- 单击，设置如图 14-56 所示的参数，其余参数使用默认值，单击确定。

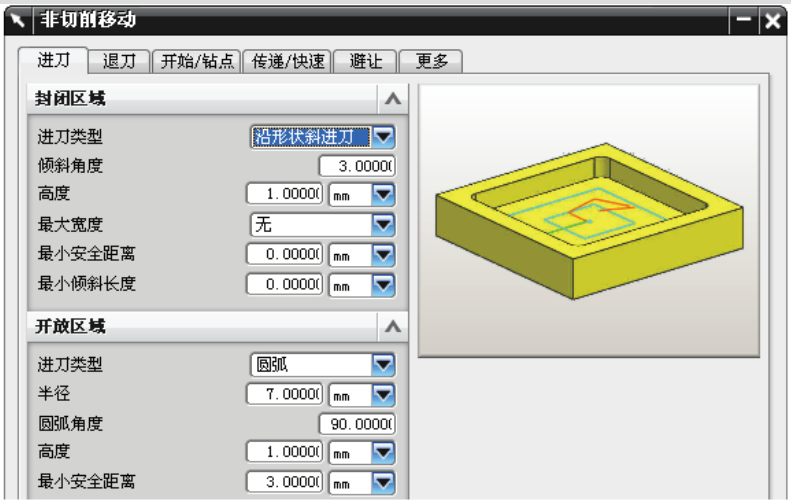


图 14-56

Step 4　设置切削速度

- 单击，设置如图 14-57 所示的主轴速度与进给率，单击确定。

Step 5　生成刀轨

- 单击，生成如图 14-58 所示的刀轨，单击确定。



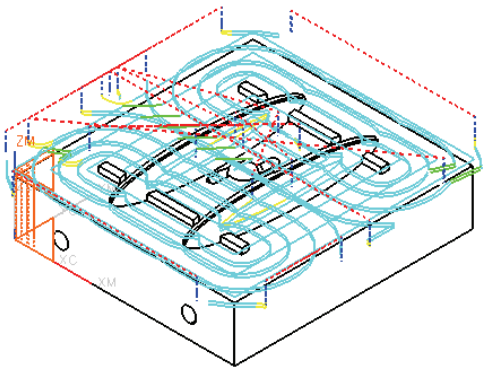


图 14-57　　图 14-58

14.2.3　创建二次粗加工操作

Step 1　复制 CAVITY_MILL 操作，使用参考刀具创建二次粗加工操作。

- 单击，切换到刀具视图。
- 单击 CAVITY_MILL 操作，单击 MB3，打开快捷菜单，选择复制，单击刀具 D4，单击 MB3，打开快捷菜单，选择内部粘贴，生成操作 CAVITY_MILL_COPY。
- 双击 CAVITY_MILL_COPY，打开型腔铣对话框，设置如图 14-59 所示的参数。



图 14-59

Step 2　设置切削参数

- 单击，设置如图 14-60 所示的参数，其余参数使用默认值，单击确定。

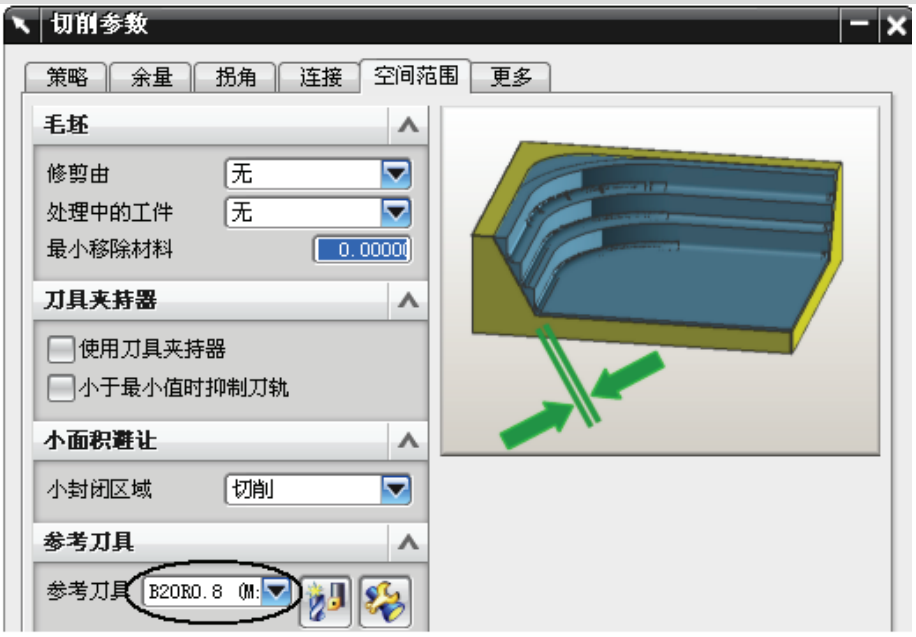


图 14-60

Step 3　设置非切削移动参数

- 单击，设置如图 14-61 和图 14-62 所示的参数，其余参数使用默认值，单击确定。

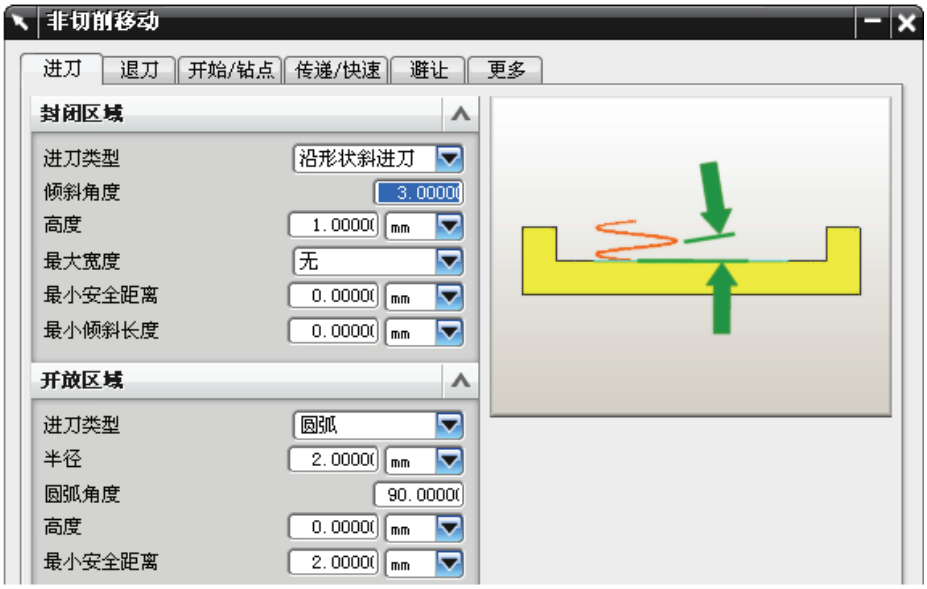


图 14-61

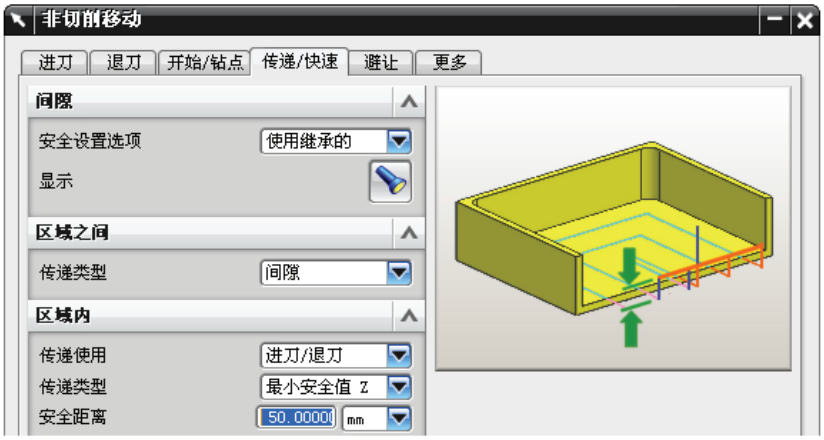


图 14-62

Step 4　设置切削速度

- 单击，设置如图 14-63 所示的主轴速度与进给率，单击确定。



图 14-63

Step 5　生成刀轨

- 单击，生成如图 14-64 所示的刀轨，单击确定。

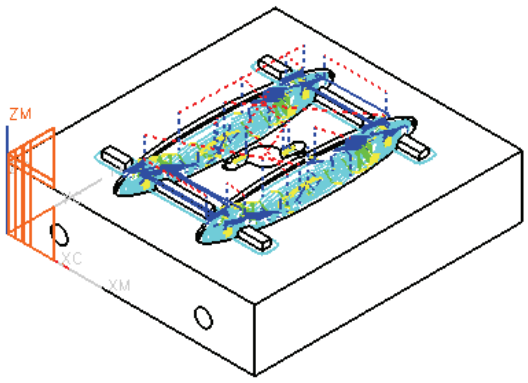


图 14-64

14.2.4　创建半精加工操作（1）

Step 1　使用等高轮廓铣，创建半精加工操作

- 单击，选择如图 14-65 所示的操作子类型和父节点，单击确定，打开深度加工轮廓对话框，设置如图 14-66 所示的参数。



图 14-65



图 14-66

- 单击，选择如图 14-67 所示的表面，单击确定。

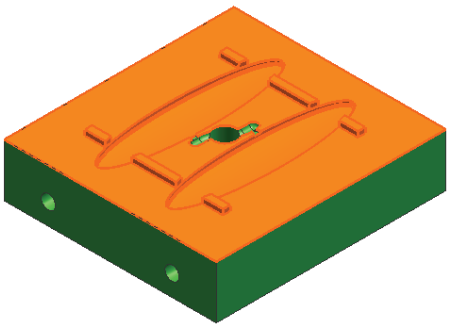


图 14-67

Step 2　设置切削参数

- 单击，设置如图 14-68、图 14-69 和图 14-70 所示的切削参数，单击确定。

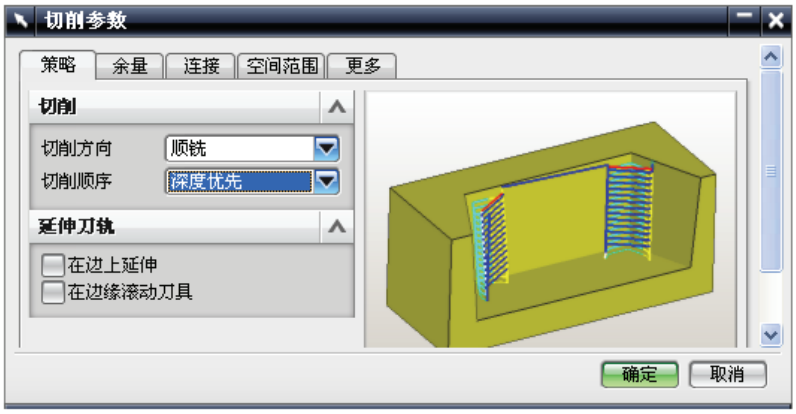


图 14-68

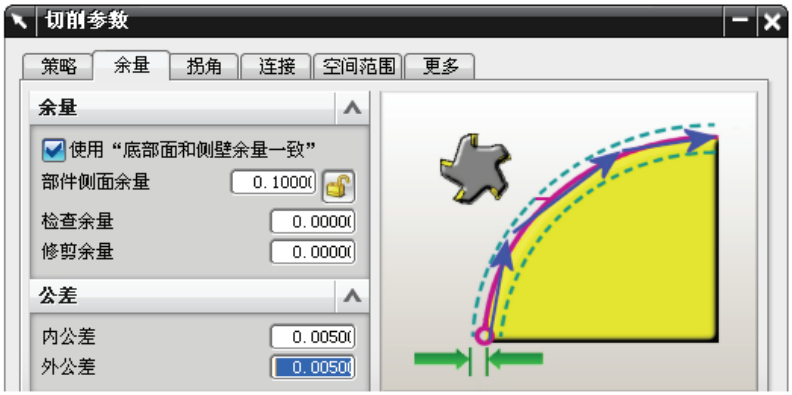


图 14-69



图 14-70

Step 3　设置非切削移动参数

- 单击，设置与前一操作相同的非切削移动参数，单击确定。

Step 4　设置切削速度

- 单击，设置与前一操作相同的主轴速度与进给率，单击确定。

Step 5　生成刀轨

- 单击，生成如图 14-71 所示的刀轨，单击确定。

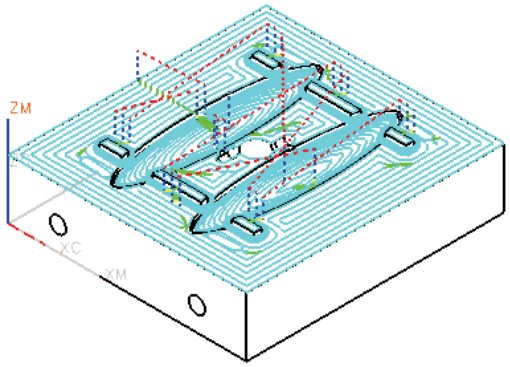


图 14-71

14.2.5　创建半精加工操作（2）

Step 1　使用区域驱动，创建半精加工操作

- 单击，选择如图 14-72 所示的操作子类型和父节点，单击确定，打开轮廓区域对话框，设置如图 14-73 所示的参数。



图 14-72



图 14-73

- 单击，选择如图 14-74 所示的表面，单击确定。

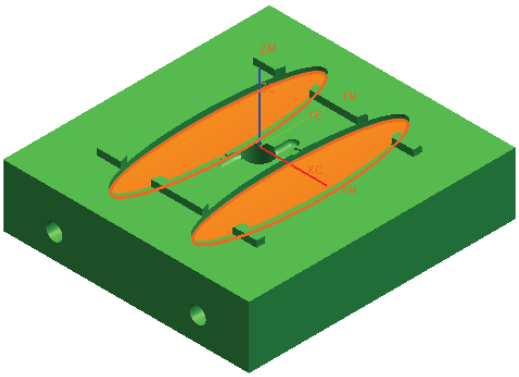


图 14-74

- 单击，设置如图 14-75 所示的参数，单击确定。



图 14-75

Step 2　设置切削参数

- 单击，设置如图 14-76 所示的切削参数，单击确定。

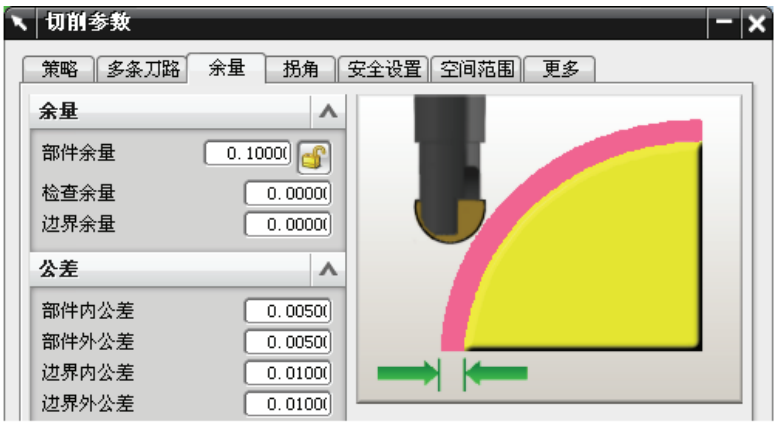


图 14-76

Step 3　设置非切削移动参数

- 单击，设置如图 14-77 所示的进刀参数，单击确定。

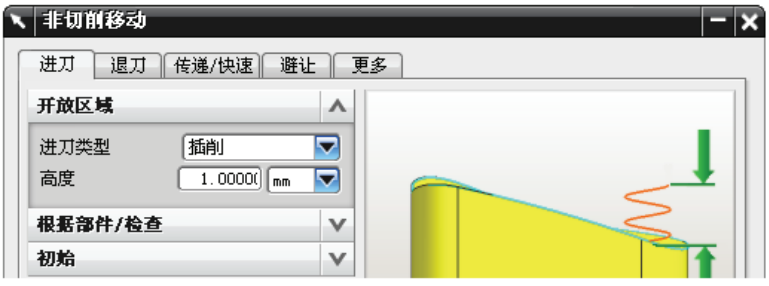


图 14-77

Step 4　设置切削速度

- 单击，设置如图 14-78 所示的主轴速度与进给率，单击确定。



图 14-78

Step 5　生成刀轨

- 单击，生成如图 14-79 所示的刀轨，单击确定。

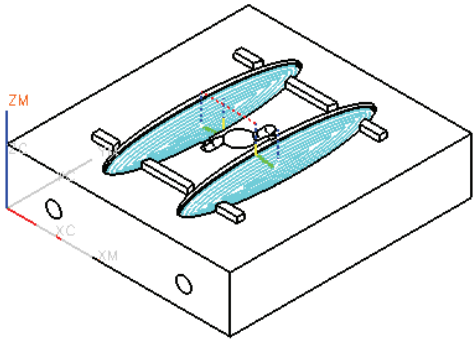


图 14-79

14.2.6　创建精加工操作（1）

Step 1　复制 ZLEVEL_PROFILE 操作，创建精加工操作

- 单击，切换到刀具视图。
- 单击 ZLEVEL_PROFILE 操作，单击 MB3，打开快捷菜单，选择复制，单击刀具 M3，单击 MB3，打开快捷菜单，选择内部粘贴，生成 ZLEVEL_PROFILE_COPY 操作。
- 双击 ZLEVEL_PROFILE_COPY，打开深度加工轮廓对话框，设置如图 14-80 所示的参数。

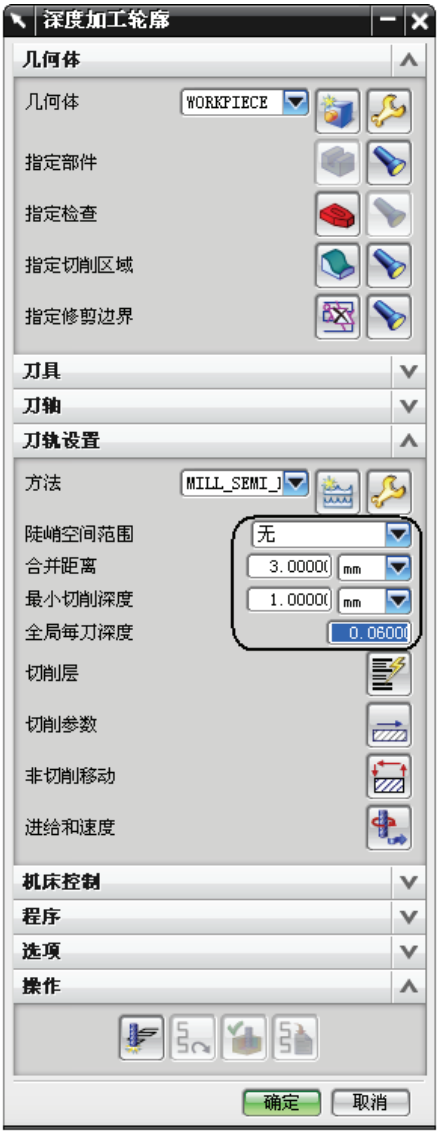


图 14-80

- 单击，重新选择如图 14-81 所示的表面，单击确定。

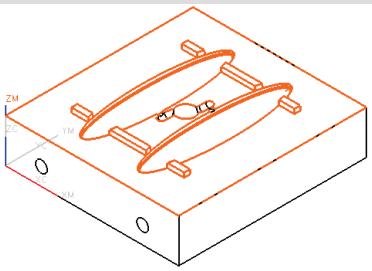


图 14-81

Step 2　设置切削参数

- 单击，设置如图 14-82、图 14-83 和图 14-84 所示的切削参数，单击确定。

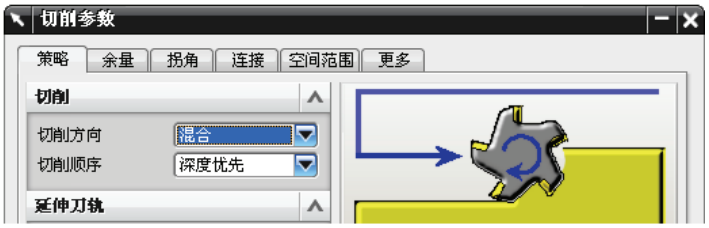


图 14-82

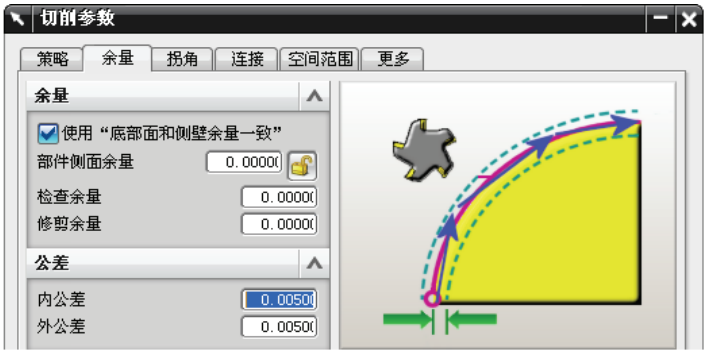


图 14-83



图 14-84

Step 3　设置非切削运动参数

- 单击，设置如图 14-85 所示的非切削运动参数，单击确定。

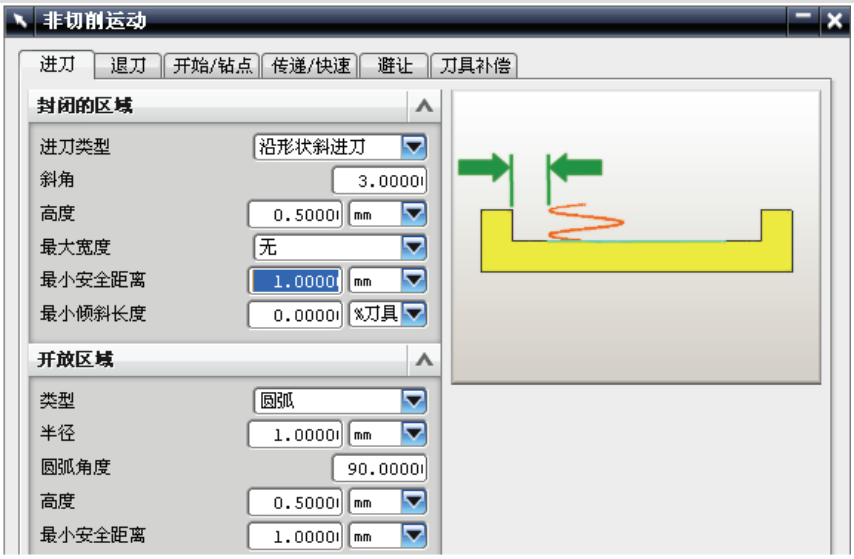


图 14-85

Step 4　设置切削速度

- 单击，设置与前一个操作相同的切削速度，单击确定。

Step 5　生成刀轨

- 单击，生成如图 14-86 所示的刀轨，单击确定。

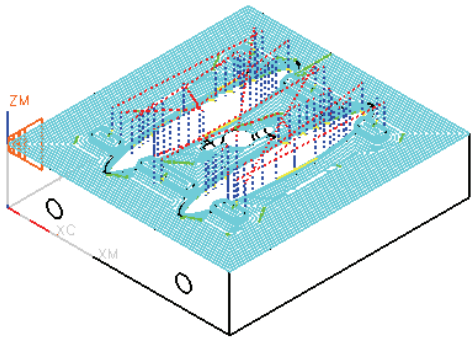


图 14-86

14.2.7　创建精加工操作（2）

Step 1　复制 CONTOUR_AREA 操作，创建精加工操作

- 单击 CONTOUR_AREA 操作，单击 MB3，打开快捷菜单，选择复制，单击刀具 R2.5_F，单击 MB3，打开快捷菜单，选择内部粘贴，生成操作 CONTOUR_AREA_COPY。
- 双击 CONTOUR_AREA_COPY，打开操作对话框。
- 单击，设置如图 14-87 所示的参数，单击确定。

Step 2　设置切削参数

- 单击，设置如图 14-88 所示的切削参数，单击确定。



图 14-87



图 14-88

Step 3　设置切削速度

- 单击，设置如图 14-89 所示的主轴速度与进给率，单击确定。



图 14-89

Step 4　生成刀轨

- 单击，生成如图 14-90 所示的刀轨，单击确定。

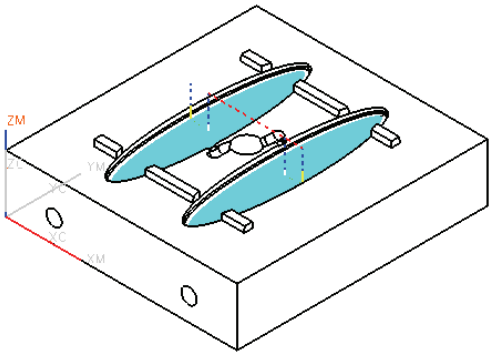


图 14-90

14.2.8　创建精加工操作（3）

Step 1　使用平面铣操作子类型，创建流道精加工操作

- 单击，选择如图 14-91 所示的操作子类型和父节点，单击确定，打开平面铣对话框，设置如图 14-92 所示的参数。



图 14-91



图 14-92

Step 2　定义加工边界

- 在插入主菜单中选择曲线偏置功能，分别偏置一条完整边 2.5mm，生成如图 14-93 所示的曲线，用于定义加工边界。

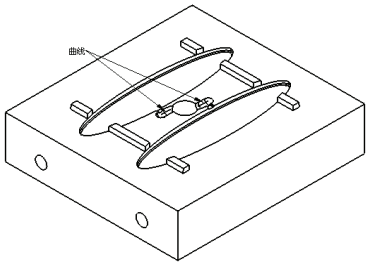


图 14-93

- 单击，打开边界定义对话框，设置如图 14-94 所示的参数，分别选择两条曲线定义边界，单击确定，回到边界定义对话框，选择编辑，打开如图 14-95 所示的对话框，分别延长两边界百分之百，结果如图 14-96 所示，单击确定。



图 14-94



图 14-95

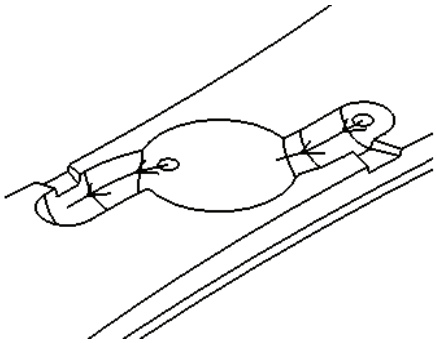


图 14-96

Step 3　定义底平面

- 单击，定义如图 14-97 所示的底平面，单击确定。

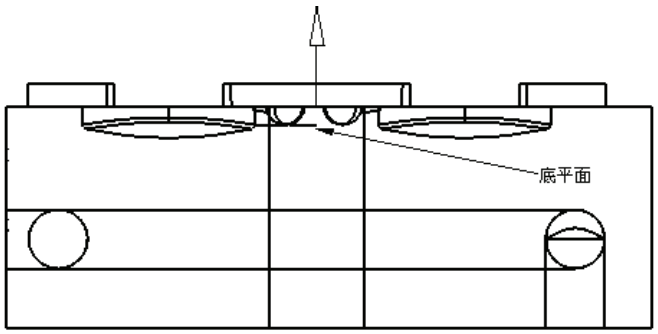


图 14-97

Step 4　定义切削层厚度

- 单击，定义如图 14-98 所示的切削层厚度，单击确定。



图 14-98

Step 5　设置非切削移动参数

- 单击，设置如图 14-99 和图 14-100 所示的非切削移动参数，单击确定。

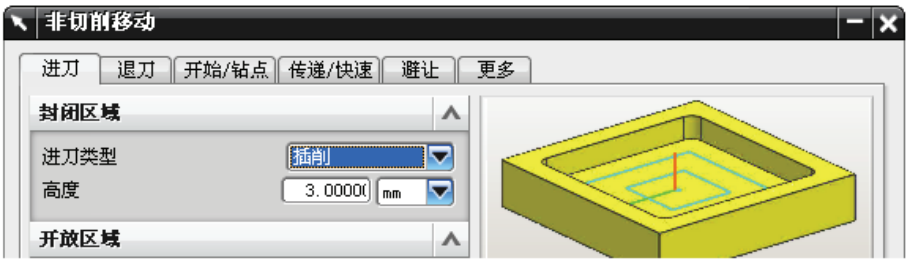


图 14-99

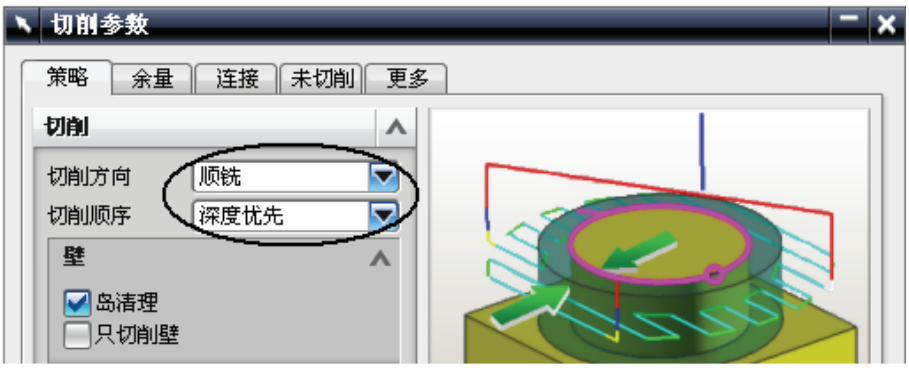


图 14-100

Step 6　设置切削速度

- 单击，设置如图 14-101 所示的主轴速度与进给率，单击确定。



图 14-101

Step 7　生成刀轨

- 单击，生成如图 14-102 所示的刀轨，单击确定。

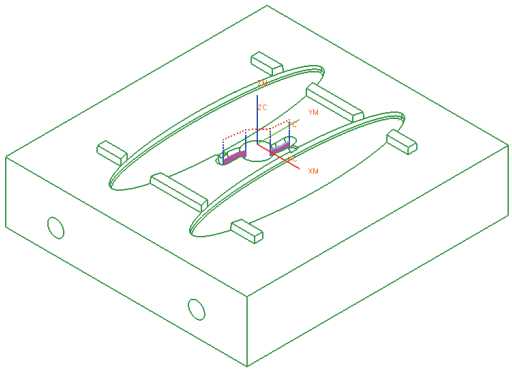


图 14-102

14.2.9 创建清根操作（1）

Step 1 复制 ZLEVEL_PROFILE_COPY 操作，创建清根操作

- 单击，切换到刀具视图。
- 单击 ZLEVEL_PROFILE_COPY 操作，单击 MB3，打开快捷菜单，选择复制，单击刀具 R0.5_F，单击 MB3，打开快捷菜单，选择内部粘贴，生成 ZLEVEL_PROFILE_COPY_COPY 操作。
- 双击 ZLEVEL_PROFILE_COPY_COPY，打开 Zlevel Profile 对话框，设置如图 14-103 所示的参数。
- 单击，选择如图 14-104 所示的表面，单击确定。

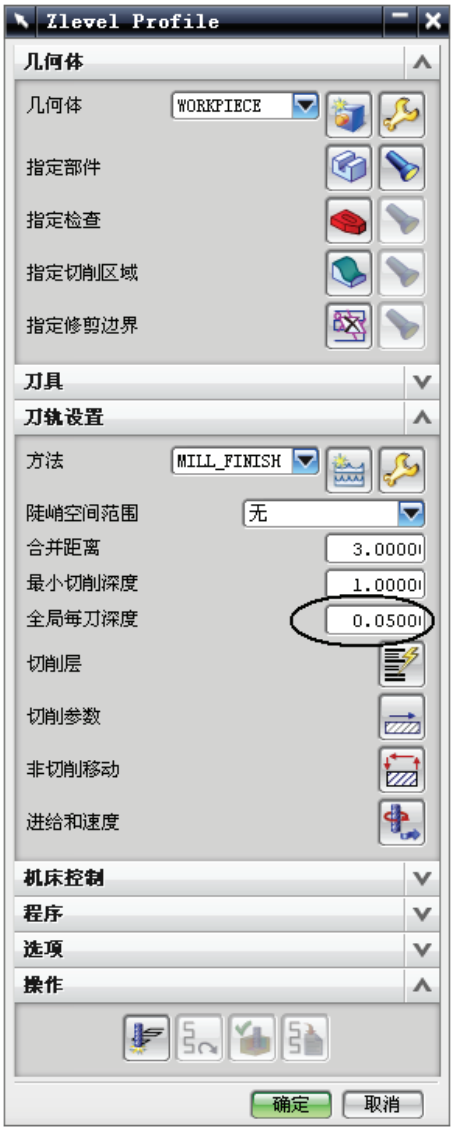


图 14-103

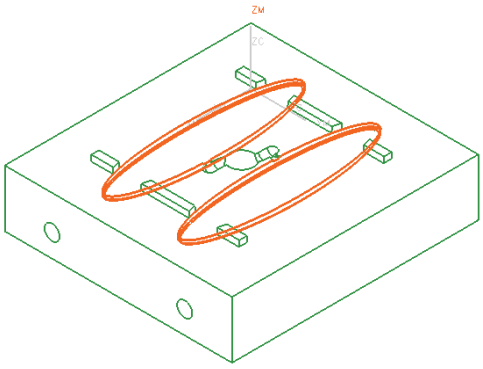


图 14-104

Step 2　设置切削参数

- 单击，设置如图 14-105、图 14-106 和图 14-117 所示的切削参数，单击确定。

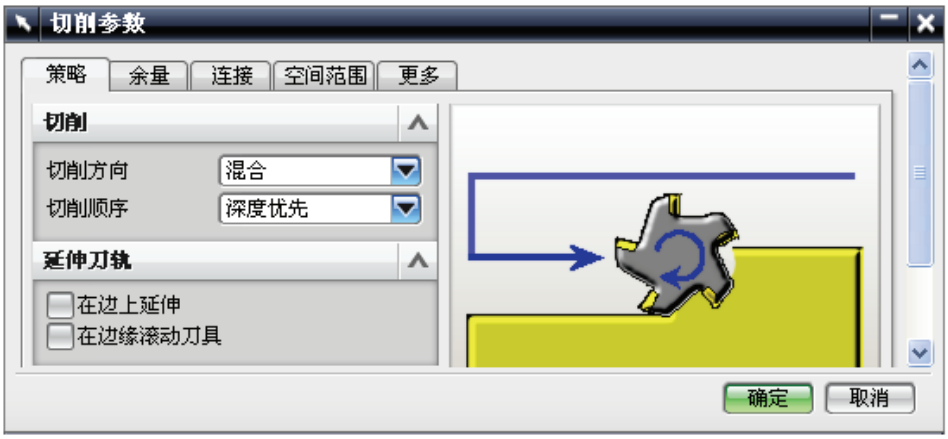


图 14-105



图 14-106

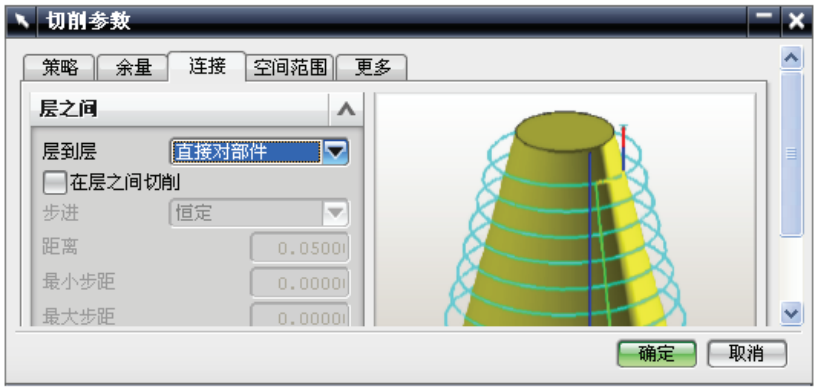


图 14-107

Step 3　设置切削速度

- 单击，设置如图 14-108 所示切削速度，单击确定。

Step 4　生成刀轨

- 单击，生成如图 14-109 所示的刀轨，单击确定。



图 14-108

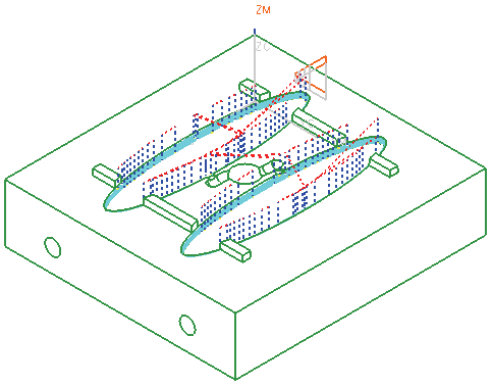


图 14-109

14.2.10　创建清根操作（2）

Step 1　复制 CONTOUR_AREA_COPY 操作，创建清根操作

- 单击 CONTOUR_AREA 操作，单击 MB3，打开快捷菜单，选择复制，单击刀具 R0.5_F，单击 MB3，打开快捷菜单，选择内部粘贴，生成操作 CONTOUR_AREA_COPY_COPY。
- 双击 CONTOUR_AREA_COPY_COPY，打开操作对话框。
- 在操作对话框中单击，设置如图 14-110 所示的参数，单击确定。



图 14-110

Step 2　设置切削参数

- 单击，设置如图 14-111 所示的切削参数，单击确定。

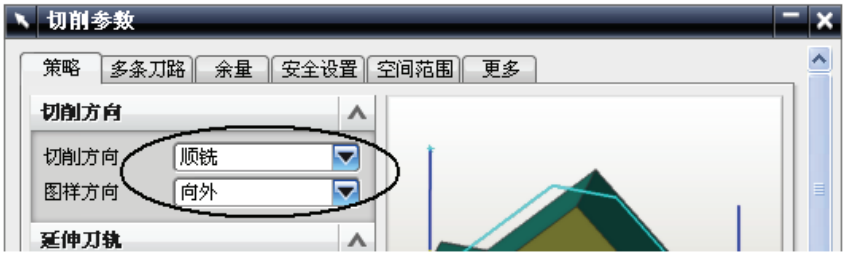


图 14-111

Step 3　设置切削速度

- 单击，设置与前一个操作相同的主轴速度与进给率，单击确定。

Step 4　生成刀轨

- 单击，生成如图 14-112 所示的刀轨，单击确定。

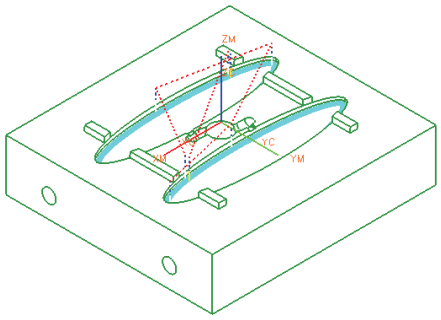


图 14-112

14.2.11 输出 NC 程序

Step 1 操作分组

- 在完成操作创建之后，按工艺要求对操作进行分组，结果如图 14-113 所示。



图 14-113

Step 2 输出 NC 程序

- 选择程序组 NC_PROGRAM，单击，打开后处理对话框，选择正确的后处理程序，指定输出 NC 文件名，如图 14-114 所示，单击确定，输出 NC 程序。



图 14-114

第 15 章　电极铣削编程实例

主要内容

- 紫铜电极
- 石墨电极

电极是电火花加工的工具，通常使用导电导性、导热性和可加工性良好的紫铜或石墨制成。紫铜硬度比较低，切削加工时刀具磨损很慢，故紫铜电极通常使用专用机床和刀具加工。石墨电极与铜电极相比具有电极消耗小、加工速度快、加工精度高、热变形小、重量轻、表面处理容易、电极可粘结等优点，目前已被广泛使用。

15.1 实例 1

工　　件：如图 15-1 所示，材料为紫铜。

加工要求：铣削尺寸精度为±0.02mm；铣削表面粗糙度上限为 Ra3.2。

加工条件：电极加工专用机床，使用夹具装加。

根据加工条件和加工要求，制订如表 15-1 所示的加工工艺方案，各操作中的切削参数如切深、主轴速度、进给率等均按上述加工条件设定。

表 15-1

工　序	刀　具	余　量	备　注
粗加工	D8	0.2mm（侧面） 0.1mm（底面）	乌钢刀
精加工	D6	0	
	R3		

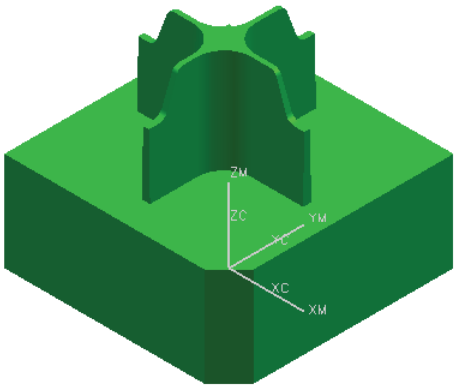


图 15-1

【目的】编写简单紫铜电极的完整铣削程序，重点学习操作参数设置。编写程序时，也可使用 11 章中创建的铣削模板 my_milling_template.prt，以提高编程速度。

本实例可参考配书光盘中的视频文件光盘\nxcam_video\examples\electrode_1_v.exe 或按以下步骤完成。

15.1.1 编程准备

Step 1 打开零件

- Open→光盘\nxcam_parts\examples\electrode_1.prt。

Step 2 运行加工模块

- Start→Manufacturing。

Step 3 定义工件（WORKPIECE）

- 单击，打开操作导航器对话框。
- 单击，切换到几何视图。
- 双击 MCS_MILL，定义 MCS 与 WCS 重合；安全设置选项为平面，距离零件上表面 10mm。
- 双击 WORKPIECE，定义如图 15-1 所示的零件为 Part，毛坯使用自动块定义，设置如图 15-2 所示的偏置参数，单击确定。



图 15-2

Step 4 创建刀具

- 创建本实例加工工艺方案表格中所列的刀具，也可参考加工创建一章中的相关内容创建刀具。

15.1.2　创建粗加工操作

Step 1　创建型腔铣操作

- 单击，选择如图 15-3 所示的操作子类型和父节点,单击确定，打开型腔铣对话框，设置如图 15-4 所示的参数。



图 15-3

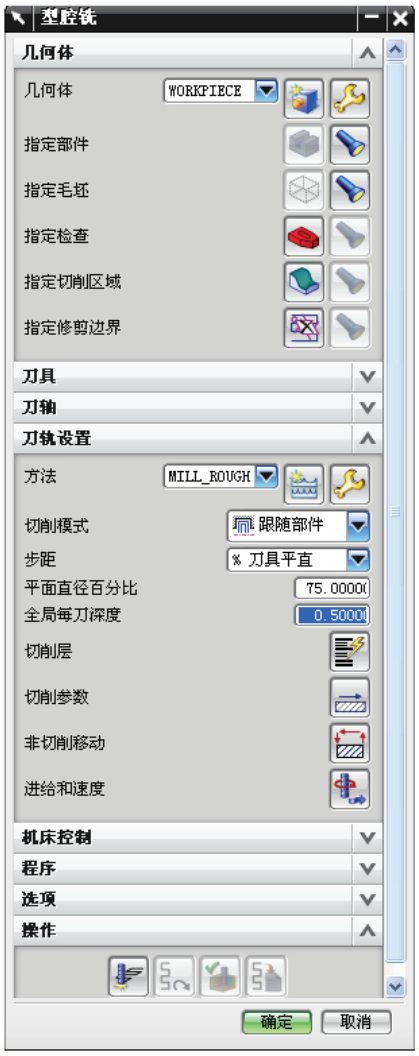


图 15-4

Step 2　设置切削参数

- 单击，设置如图 15-6、图 15-7、图 15-8 和图 15-9 所示的切削参数，其余参数使用默认值，单击确定。

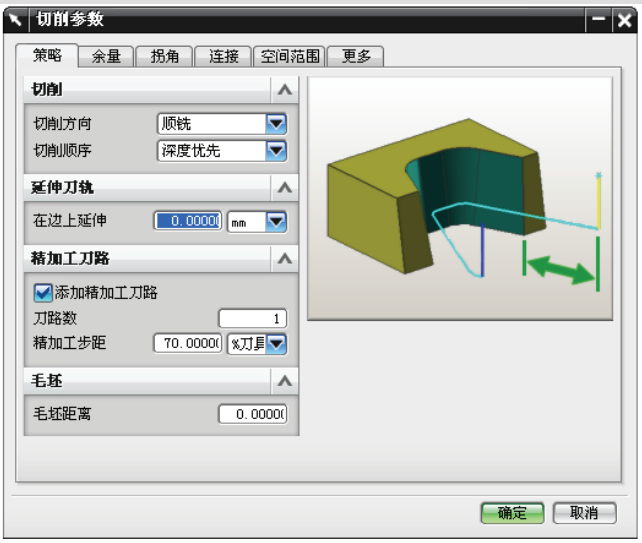

切削参数
策略
余量
拐角
连接
空间范围
更多
切削
切削方向
顺铣
切削顺序
深度优先
延伸刀轨
在边上延伸
0.0000
mm
精加工刀路
添加精加工刀路
刀路数
1
精加工步距
70.0000
%刀具
毛坯
毛坯距离
0.0000
确定
取消

图 15-6

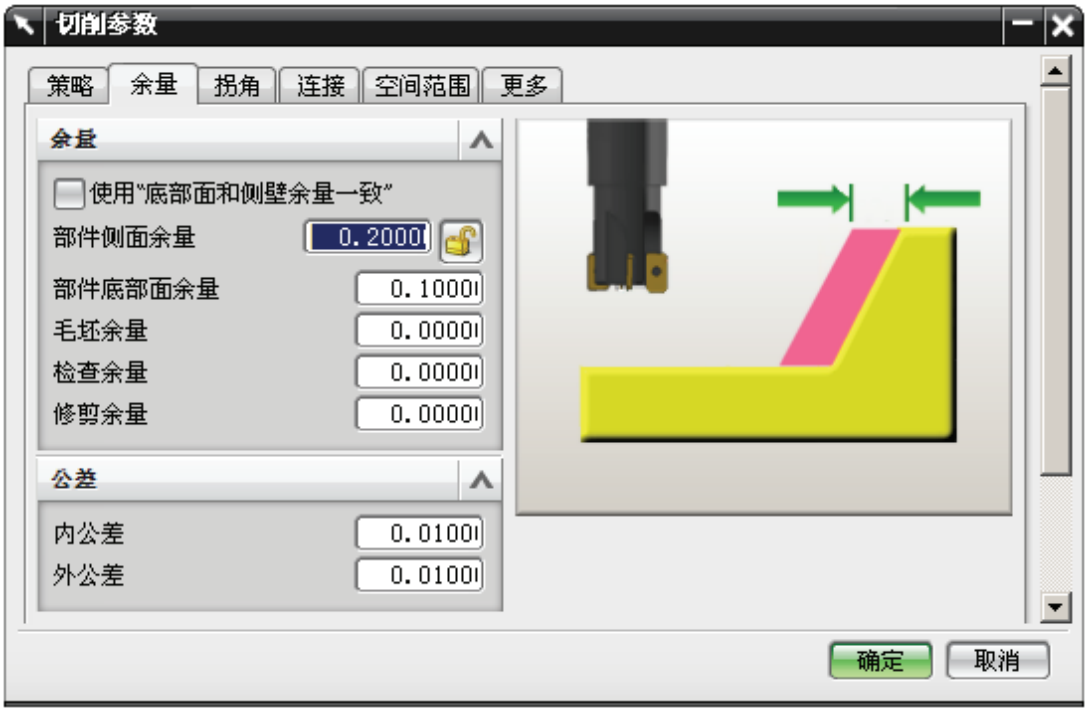

切削参数
策略
余量
拐角
连接
空间范围
更多
余量
使用"底部面和侧壁余量一致"
部件侧面余量
0.2000
部件底部面余量
0.1000
毛坯余量
0.0000
检查余量
0.0000
修剪余量
0.0000
公差
内公差
0.0100
外公差
0.0100
确定
取消

图 15-7

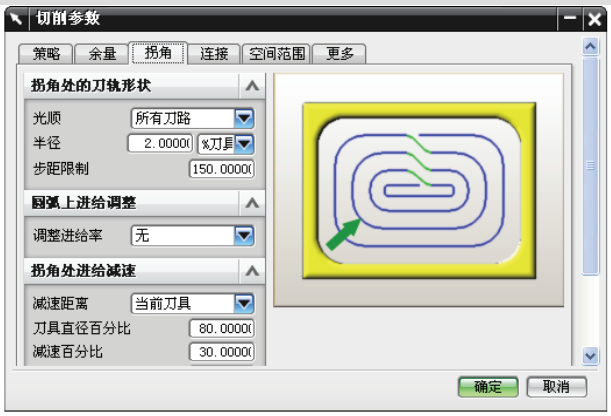


图 15-8

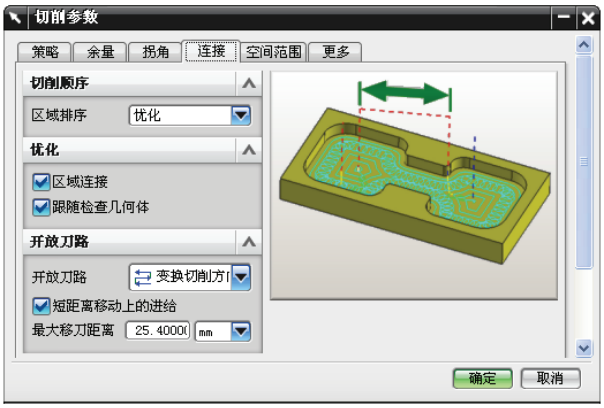


图 15-9

Step 3　设置非切削移动参数

- 单击，设置如图 15-10 和图 15-11 所示的非切削移动参数，单击确定。

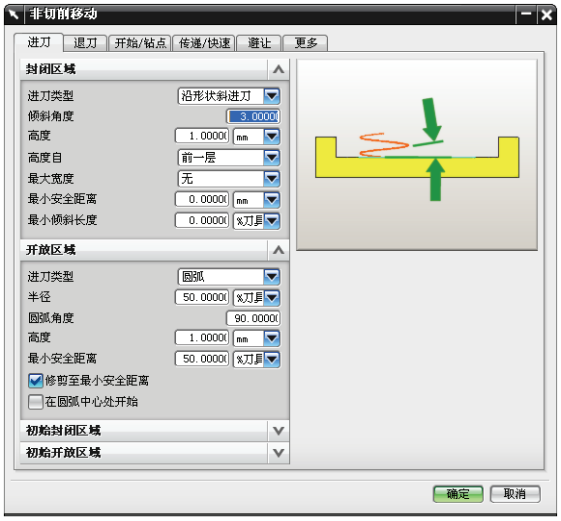


图 15-10

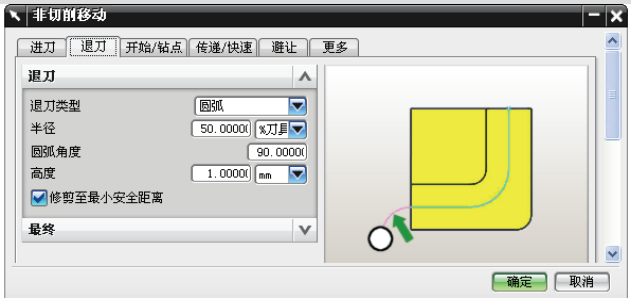


图 15-11

Step 4　设置切削速度

- 单击，设置如图 15-12 所示的主轴速度与进给率，单击确定。

Step 5　生成刀轨

- 单击生成刀轨。
- 单击验证刀轨，显示如图 15-13 所示的加工结果。



图 15-12

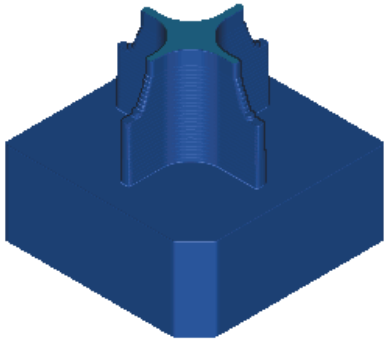


图 15-13

15.1.3　创建精加工操作（1）

Step 1　创建等高轮廓铣操作

- 单击，选择如图 15-14 所示的操作子类型和父节点，单击确定，打开深度加工轮廓对话框，设置如图 15-15 所示的参数。

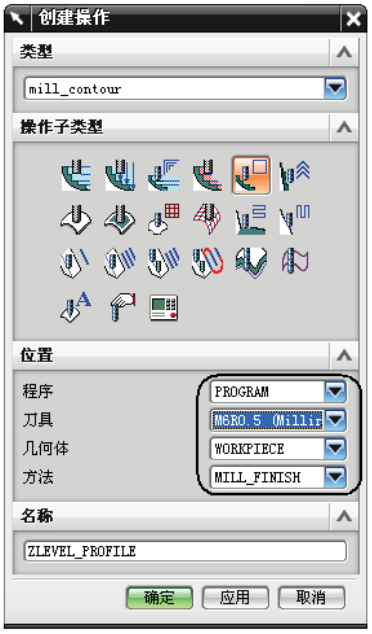


图 15-14



图 15-15

- 单击，打开切削区域选择对话框，选择如图 5-16 所示的切削区域，单击确定。

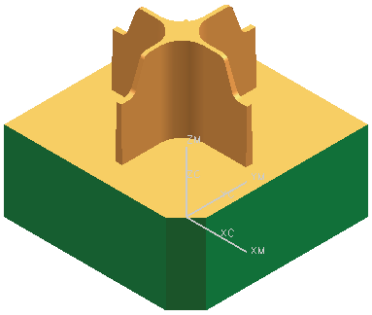


图 15-16

Step 2　设置切削参数

- 单击，设置如图 15-17、图 15-18、图 15-19 和图 15-20 所示的切削参数，单击确定。

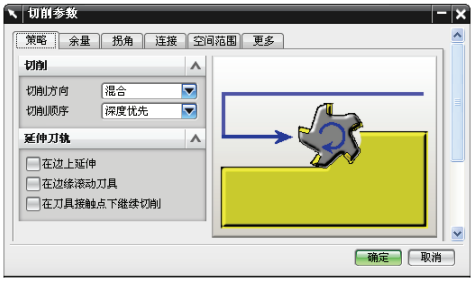


图 15-17

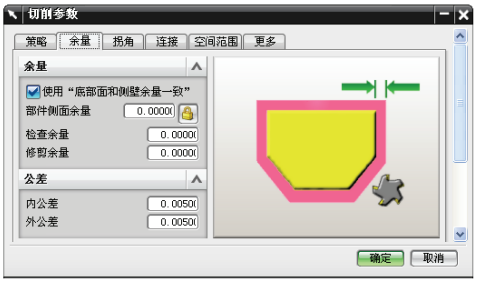


图 15-18

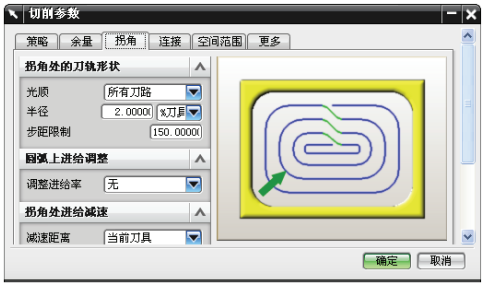


图 15-19

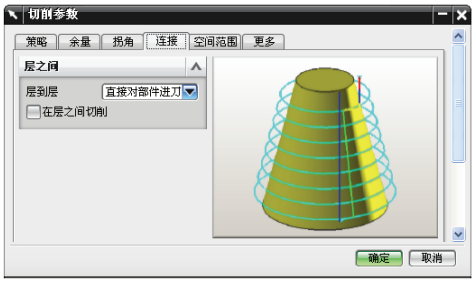


图 15-20

Step 3　设置非切削移动参数

- 单击，设置如图 15-21 的非切削移动参数，单击确定。

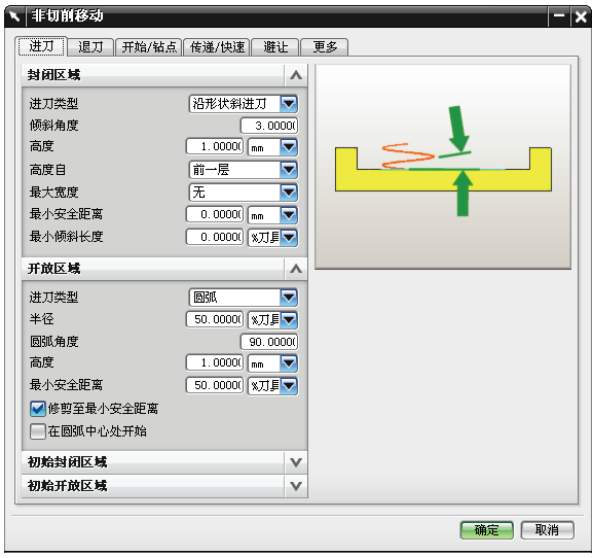


图 15-21

Step 4　设置切削速度

- 单击，设置如图 15-22 所示的主轴速度与进给率，单击确定。

Step 5　生成刀轨

- 单击，生成如图 15-23 所示的刀轨，单击确定。



图 15-22

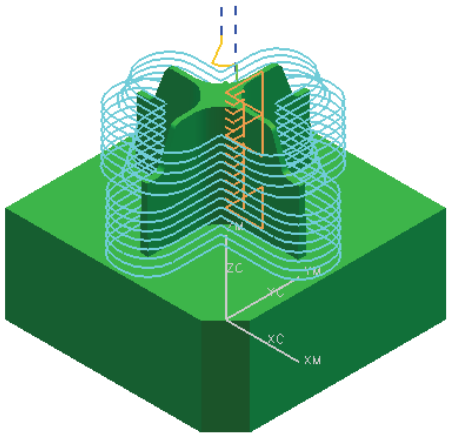


图 15-23

15.1.4　创建精加工操作（2）

Step 1　使用区域驱动操作子类型，创建精加工操作

- 单击，选择如图 15-24 所示的操作子类型和父节点，单击确定，打开如图 15-25 所示的轮廓区域对话框。

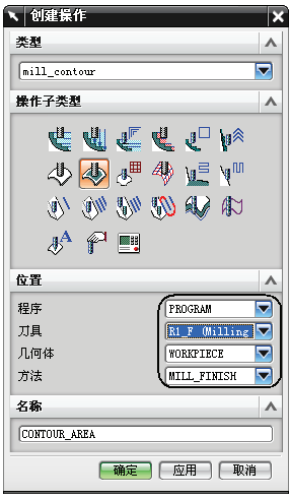


图 15-24



图 15-25

- 单击，选择如图 15-26 所示的曲面，单击确定。

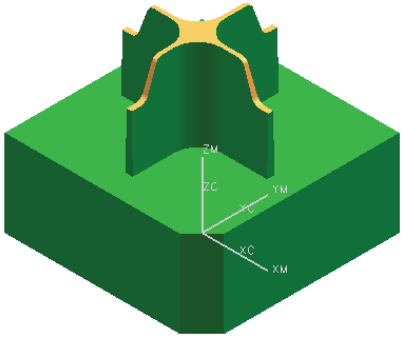


图 15-26

- 单击，设置如图 15-27 所示的驱动参数，单击确定。



图 15-27

Step 2　设置切削参数

- 单击，设置如图 15-28 和图 5-29 所示的切削参数，单击确定。

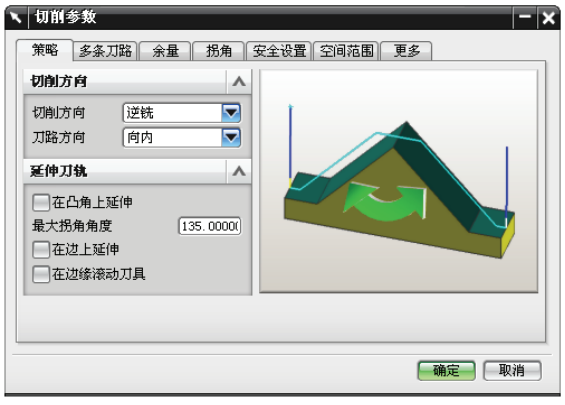


图 15-28

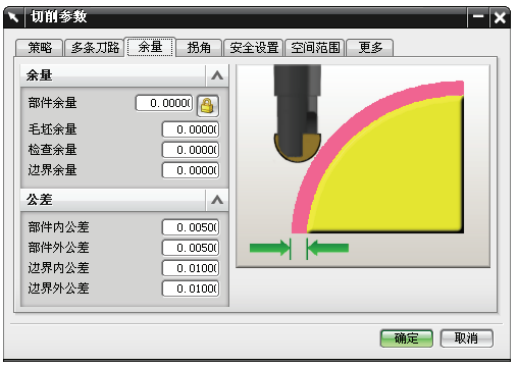


图 15-29

Step 3　设置非切削移动参数

- 单击，设置如图 15-30 所示的非切削移动参数，单击确定。

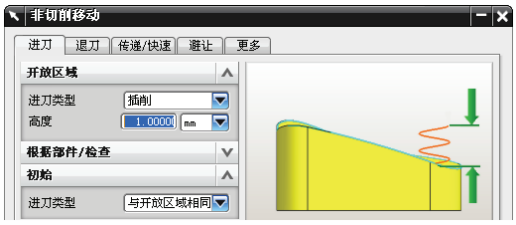


图 15-30

Step 4　设置切削速度

- 单击，设置如图 15-31 所示的主轴速度与进给率，单击确定。



图 15-31

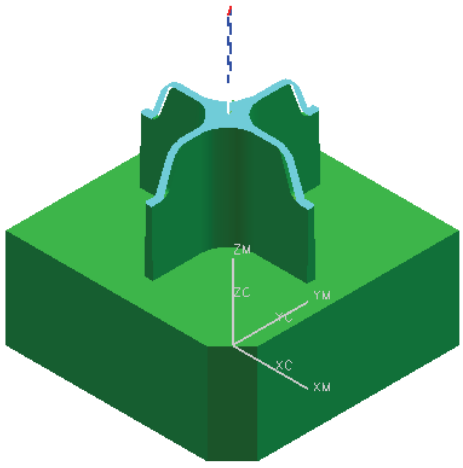


图 15-32

Step 5　生成刀轨

- 单击，生成如图 15-32 所示的刀轨，单击确定。

15.1.5 创建精加工操作（3）

Step 1 使用面铣操作子类型，创建精加工操作

- 单击，选择如图 15-33 所示的操作子类型和父节点，单击确定，打开平面铣对话框，设置如图 15-34 所示的参数。



图 15-33



图 15-34

- 单击，选择如图 15-35 所示的平表面，单击确定。

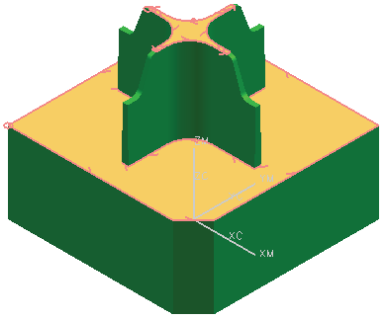


图 15-35

Step 2 设置切削参数

- 单击，设置如图 15-36 和图 15-37 所示的参数，单击确定。

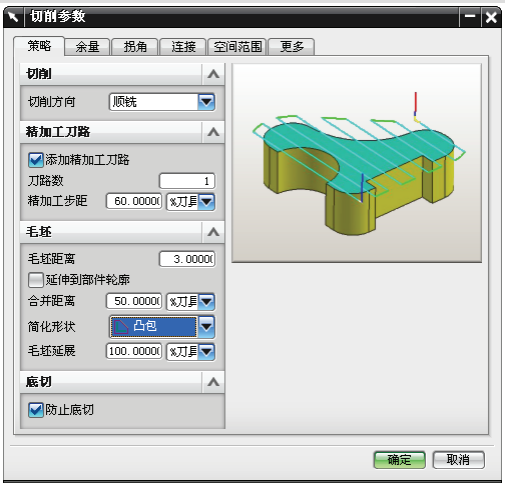


图 15-36

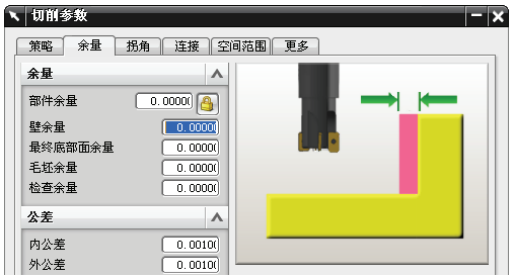


图 15-37

Step 3　设置非切削移动参数

- 单击，设置如图 15-38 所示的非切削移动参数，单击确定。

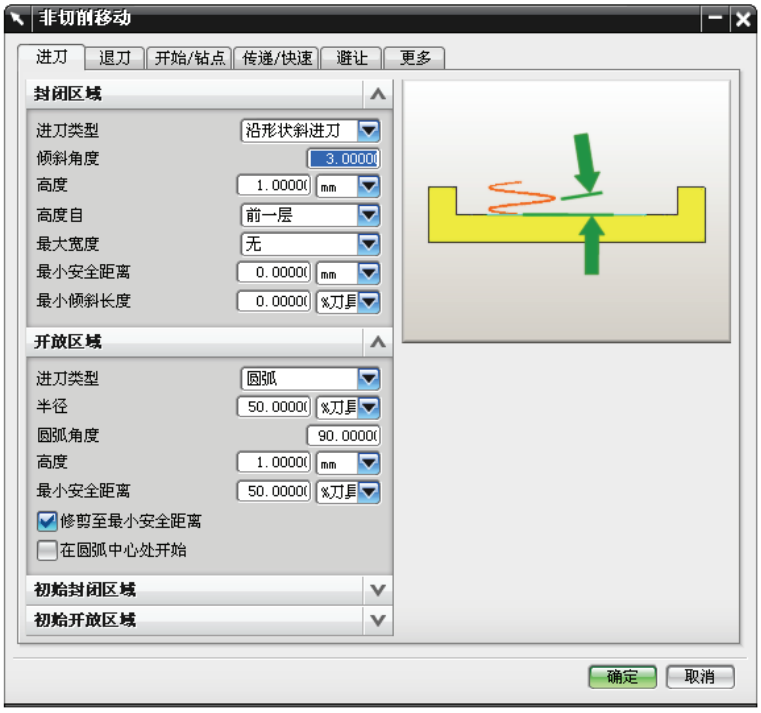


图 15-38

Step 4　设置切削速度

- 单击，设置如图 15-39 所示的主轴速度与进给率，单击确定。

Step 5　生成刀轨

- 单击，生成如图 15-40 所示的刀轨，单击确定。



图 15-39

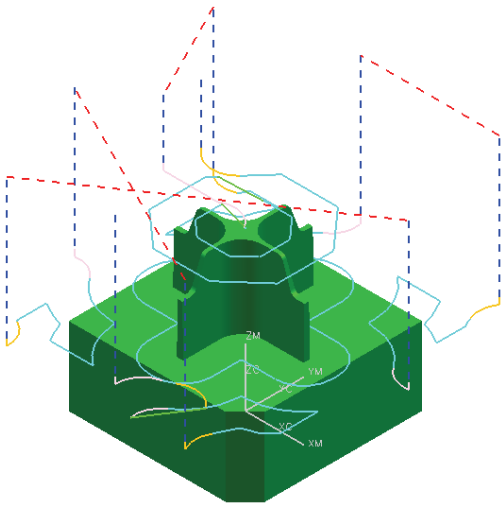


图 15-40

15.1.6 创建精加工操作（4）

Step 1 使用平面铣操作子类型，创建精加工操作

- 单击，选择如图 15-41 所示的操作子类型和父节点，单击确定，打开平面铣对话框，设置如图 15-42 所示的参数。



图 15-41

- 单击，定义如图 15-43 所示的零件边界，单击确定。



图 15-42

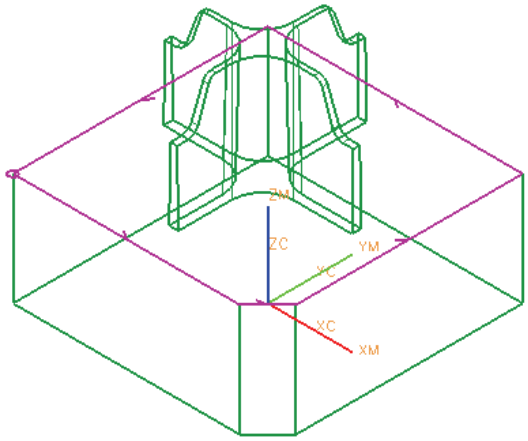


图 15-43

- 单击，选择如图 15-44 所示的底平面，单击确定。

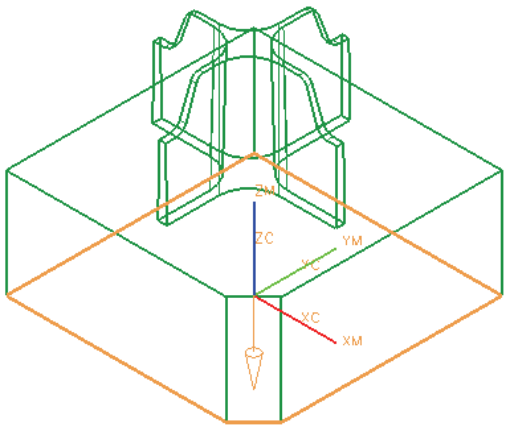


图 15-44

Step 2　设置切深参数

- 单击，设置如图 15-45 所示的切削深度参数，单击确定。

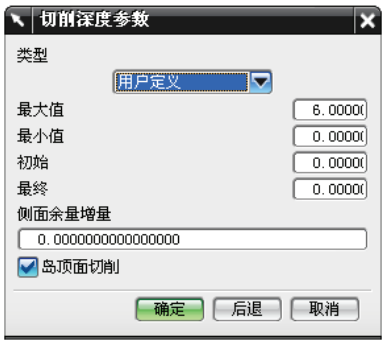


图 15-45

Step 3　设置切削参数

- 单击，设置如图 15-46、图 15-47 和图 15-48 所示的切削参数，其余参数使用默认值，单击确定。

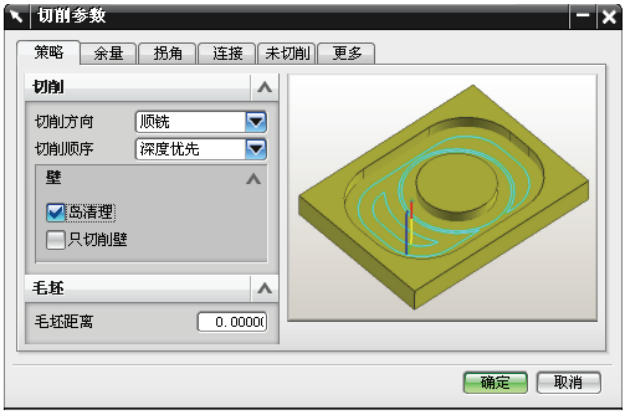


图 15-46

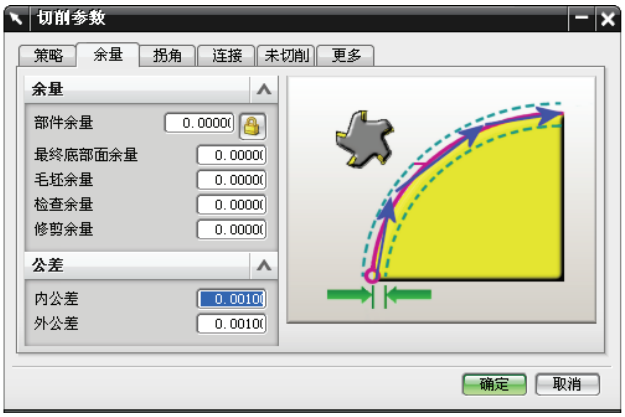


图 15-47



图 15-48

Step 4　设置切削速度

- 单击，设置如图 15-49 所示的主轴速度与进给率，单击确定。



图 15-49

Step 5　生成刀轨

- 单击，生成如图 15-50 所示的刀轨，单击确定。

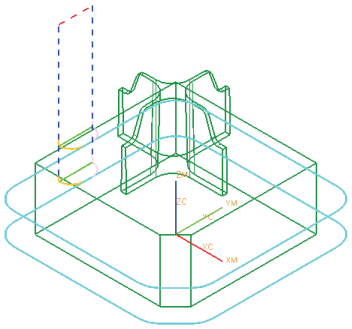


图 15-50

15.1.7 输出 NC 程序

Step 1 操作分组

- 在完成操作创建之后，按工艺要求对操作进行分组，如图 15-51 所示。



图 15-51

Step 2 输出 NC 程序

- 选择程序组 PROGRAM，单击，打开后处理对话框，选择正确的后处理程序，指定输出 NC 文件名，如图 15-52 所示，单击确定，输出 NC 程序。



图 15-52

15.2　实例 2

工　　件：如图 15-53 所示，材料为紫铜。

加工要求：铣削尺寸精度为±0.02mm；铣削表面粗糙度上限为 Ra3.2。

加工条件：电极加工专用机床，使用夹具装加。

根据加工条件和加工要求，制订如表 15-2 所示的加工工艺方案，各操作中的切削参数如切深、主轴速度、进给率等均按上述加工条件设定。

表 15-2

工　序	刀　具	余　量	备　注
粗加工	D12	0.20mm(侧面) 0.10mm(底面)	乌钢刀
半精加工	D8	0.10mm	
精加工	D8 R2	0	

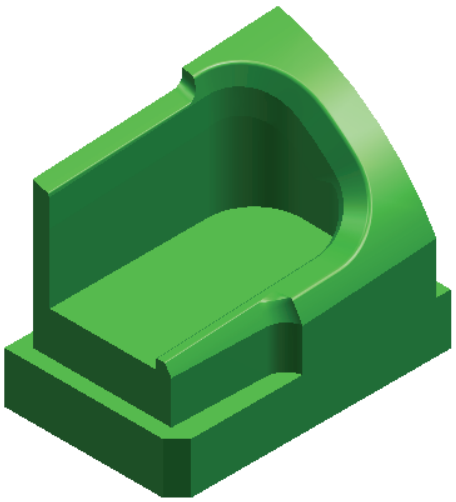


图 15-53

【目的】编写比较复杂紫铜电极的完整铣削程序，重点学习操作参数设置。编写程序时，也可使用 11 章中创建的铣削模板 my_milling_template.prt，以提高编程速度。

本实例可参考配书光盘中的视频文件光盘\nxcam_video\examples\electrode_2_v.exe 或按以下步骤完成。

15.2.1　编程准备

Step 1　打开零件

- Open→光盘\nxcam_parts\examples\electrode_2.prt。

Step 2　运行加工模块

- Start→Manufacturing。

Step 3　定义工件（WORKPIECE）

- 单击，打开操作导航器对话框。
- 单击，切换到几何视图。
- 双击 MCS_MILL，定义 MCS 与 WCS 重合,单击确定。
- 安全设置选为平面，指定 ZC=63 的平面作为安全平面，单击确定。
- 双击 WORKPIECE，定义如图 15-53 所示的零件为 Part，毛坯使用自动块定义，设置如图 15-54 所示的偏置参数，单击确定。



图 15-54

Step 4　创建刀具

- 创建本实例加工工艺方案表格中所列的刀具，也可参考加工创建一章中的相关内容创建刀具。

15.2.2　创建粗加工操作

Step 1　创建型腔铣操作

- 单击，选择如图 15-55 所示的操作子类型和父节点，单击确定，打开型腔铣对话框，设置如图 15-56 所示的参数。



图 15-55



图 15-56

Step 2　设置切削参数

- 单击，设置如图 15-57、图 15-58、图 15-59 和图 15-60 所示的切削参数，其余参数使用默认值，单击确定。

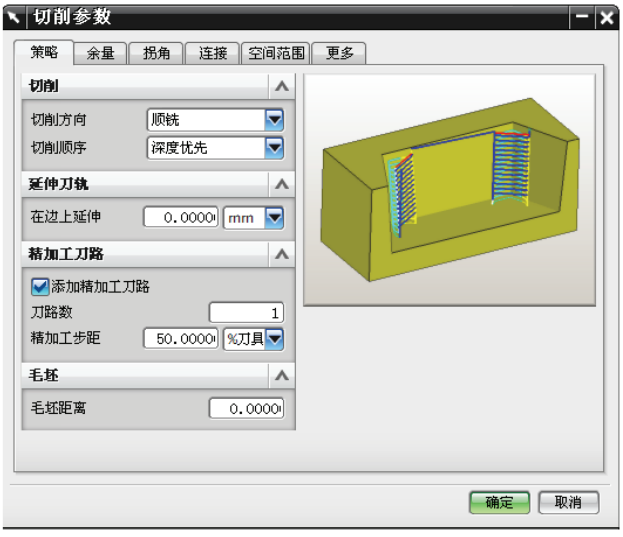


图 15-57

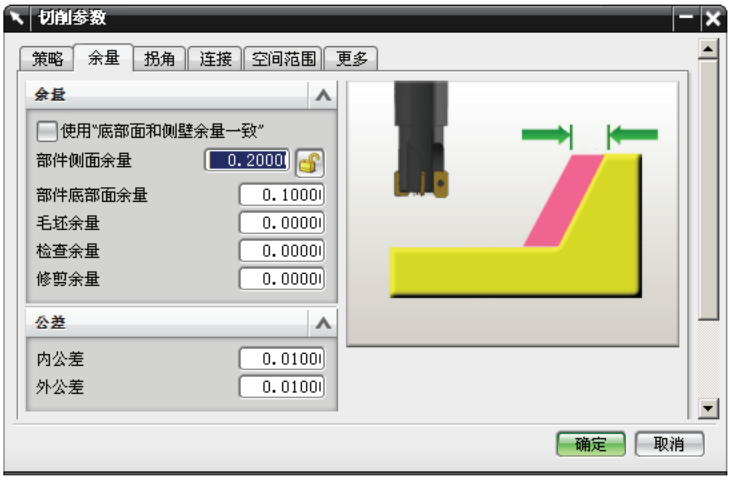


图 15-58

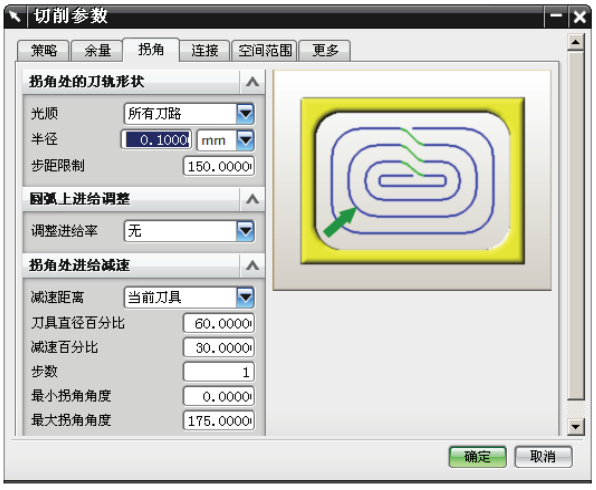


图 15-59

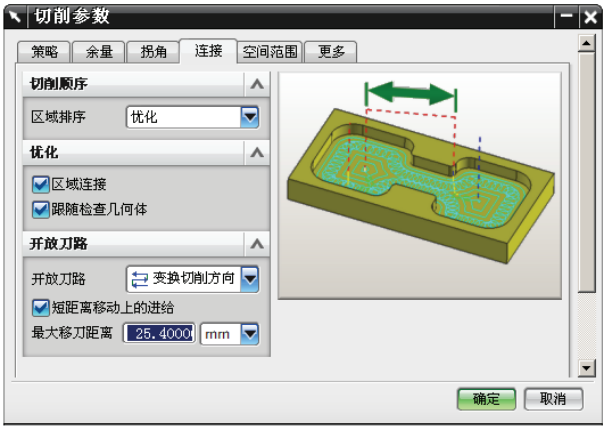


图 15-60

Step 3　设置非切削移动参数

- 单击，设置如图 15-61 所示的非切削移动参数，单击确定。

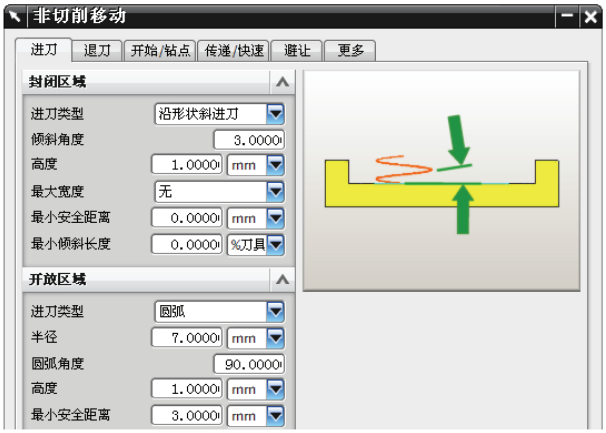


图 15-61

Step 4　设置切削速度

- 单击，设置如图 15-62 所示的主轴速度与进给率，单击确定。



图 15-62

Step 5　生成刀轨

- 单击，生成刀轨。

- 单击验证刀轨，显示如图 15-63 所示的加工结果。

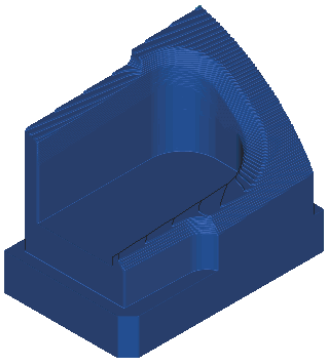


图 15-63

15.2.3 创建半精加工操作

Step 1 使用区域驱动操作子类型，创建半精加工操作

- 单击，选择如图 15-64 所示的操作子类型和父节点，单击确定，打开图 15-65 所示的轮廓区域对话框。



图 15-64



图 15-65

- 单击，选择如图 15-66 所示的所有曲面，单击确定。

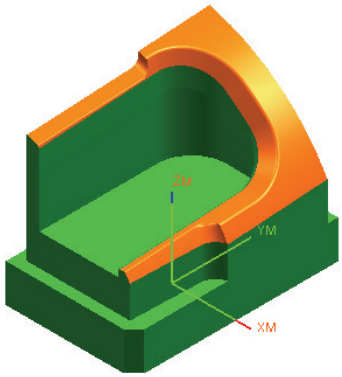


图 15-66

- 单击，设置如图 15-67 所示的参数，单击确定。



图 15-67

Step 2　设置切削参数

- 单击，设置如图 15-68 所示的切削参数，单击确定。

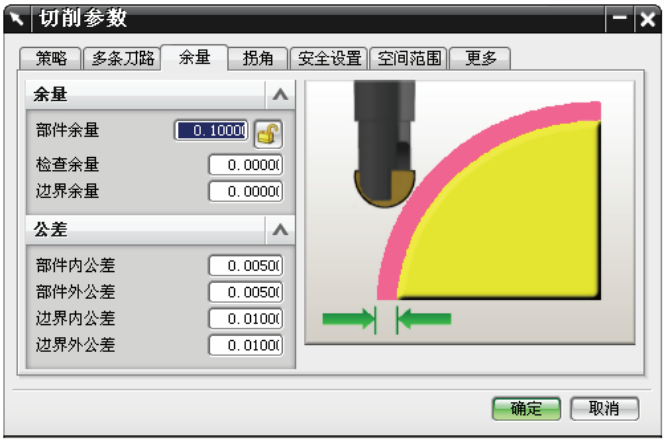


图 15-68

Step 3　设置非切削移动参数

- 单击，设置如图 15-69 所示的非切削移动参数，单击确定。

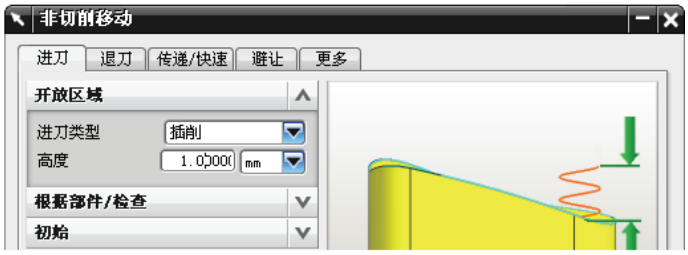


图 15-69

Step 4　设置切削速度

- 单击，设置与前一个操作相同的主轴速度与进给率，单击确定。

Step 5　生成刀轨

- 单击，生成如图 15-70 所示的刀轨，单击确定。

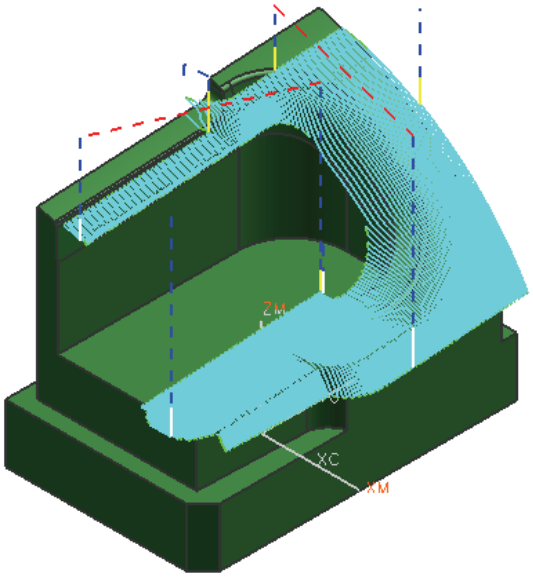


图 15-70

15.2.4　创建精加工操作（1）

Step 1　复制 CONTOUR_AREA 操作，创建精加工操作

- 单击 CONTOUR_AREA 操作，单击 MB3，打开快捷菜单，选择复制，单击刀具 R2_F，单击 MB3，打开快捷菜单，选择内部粘贴，粘贴此操作，生成操作 CONTOUR_AREA_COPY。
- 双击 CONTOUR_AREA_COPY，打开操作对话框。

- 在操作对话框中单击，设置如图 15-71 所示的参数，单击确定。

Step 2　设置切削参数

- 单击，设置如图 15-72 所示的切削参数，单击确定。



图 15-71

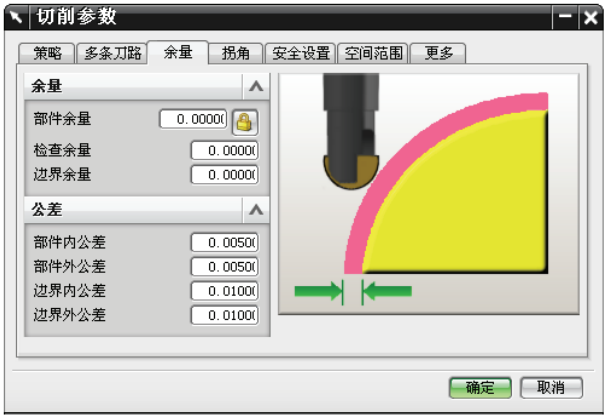


图 15-72

Step 3　设置切削速度

- 单击，设置如图 15-73 所示的主轴速度与进给率，单击确定。



图 15-73

Step 4　生成刀轨

- 单击，生成如图 15-74 所示的刀轨，单击确定。

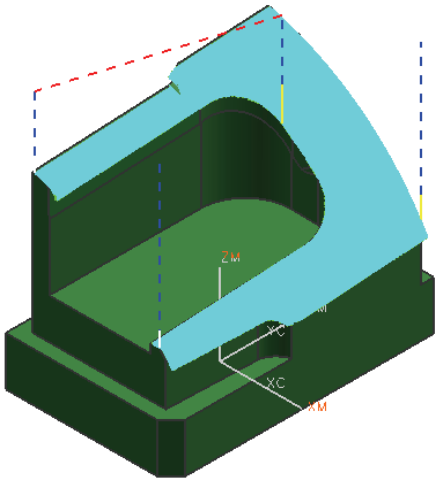


图 15-74

15.2.5　创建精加工操作（2）

Step 1　创建等高轮廓铣操作

- 单击，选择如图 15-75 所示的操作子类型和父节点，单击确定，打开深度加工轮廓对话框，设置如图 15-76 所示的参数。



图 15-75

- 单击指定加工区域，选择如图 15-77 所示的表面，单击确认。



图 15-76

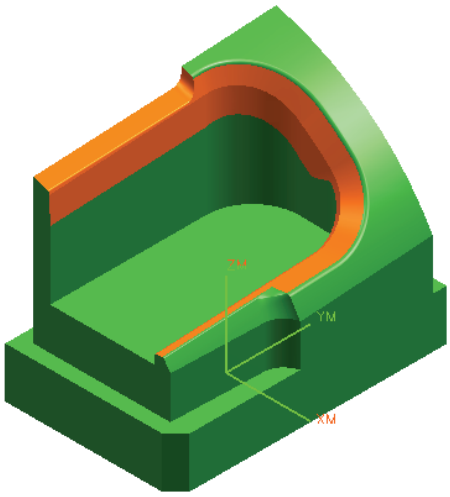


图 15-77

Step 2　设置切削参数

- 单击，设置如图 15-78、图 15-79 和图 15-80 所示的切削参数，单击确定。



图 15-78



图 15-79

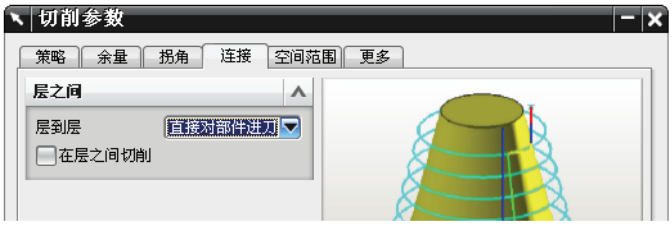


图 15-80

Step 3　设置非切削移动参数

- 单击，设置如图 15-81 所示的非切削移动参数，单击确定。

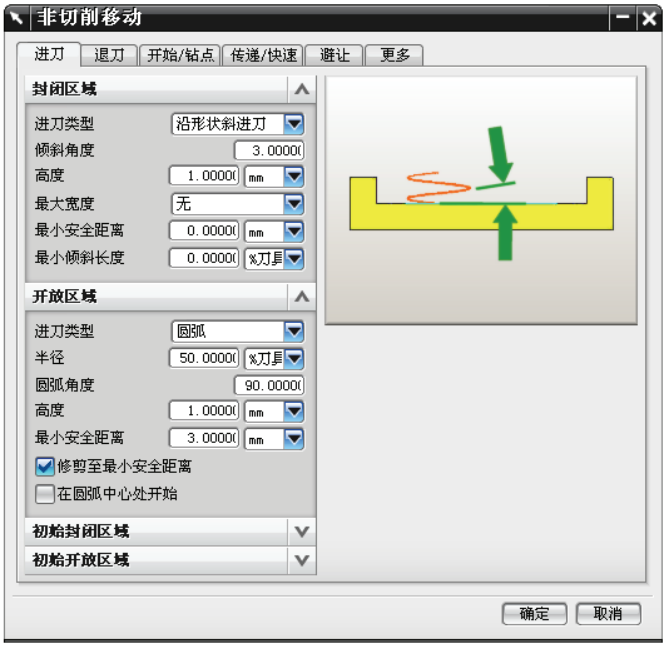


图 15-81

Step 4　设置切削速度

- 单击，设置如图 15-82 所示的主轴速度与进给率，单击确定。

Step 5　生成刀轨

- 单击，生成如图 15-83 所示的刀轨，单击确定。



图 15-82

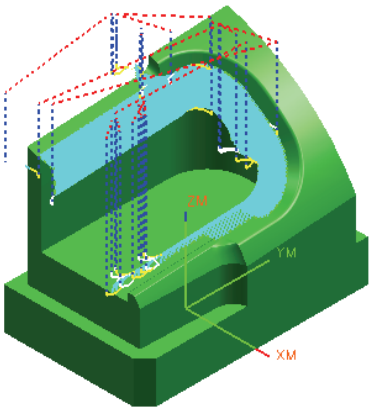


图 15-83

15.2.6　创建精加工操作（3）

Step 1　使用面铣操作子类型，创建精加工操作

- 单击，选择如图 15-84 所示的操作子类型和父节点，单击确定，打开平面铣对话框，设置如图 15-85 所示的参数。



图 15-84

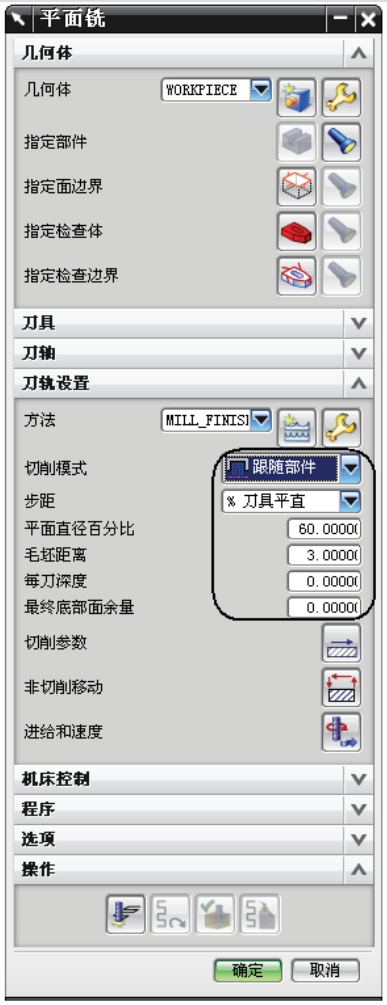


图 15-85

- 单击，选择如图 15-86 所示的平表面，单击确定。

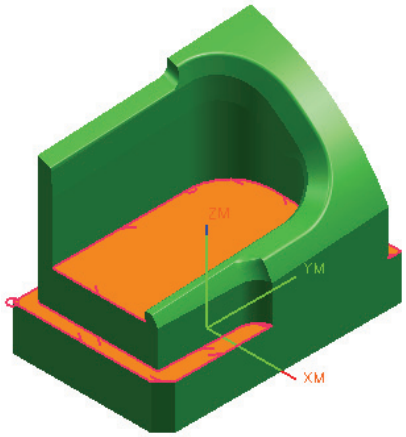


图 15-86

Step 2　设置切削参数

- 单击，设置如图 15-87 和图 15-88 所示的参数，单击确定。

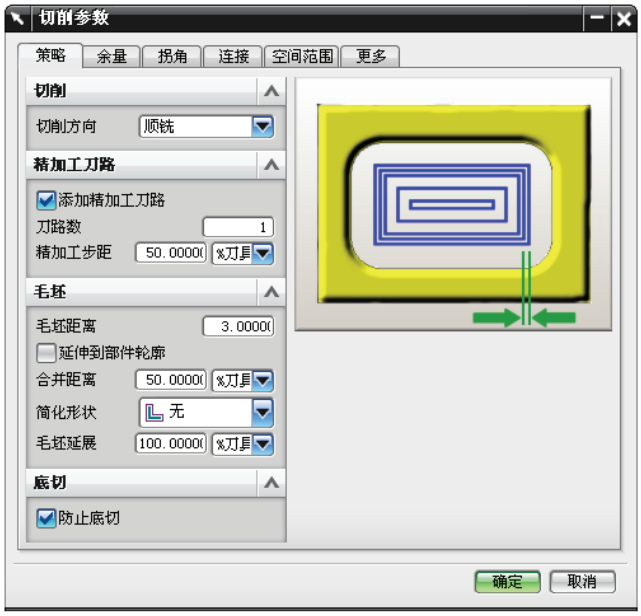


图 15-87

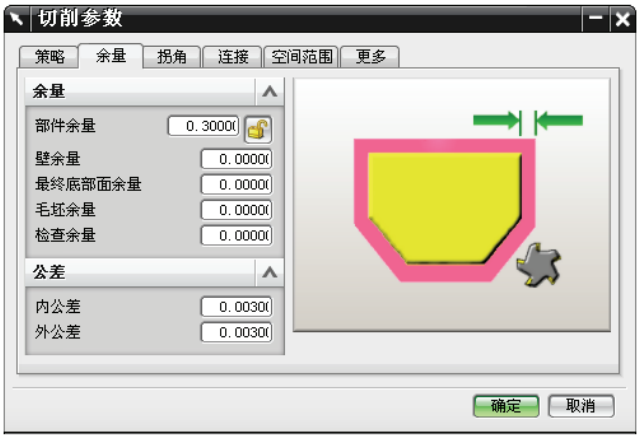


图 15-88

Step 3　设置非切削移动参数

- 单击，设置与前一个操作相同的非切削移动参数，单击确定。

Step 4　设置切削速度

- 单击，设置如图 15-89 所示的主轴速度与进给率，单击确定。



图 15-89

Step 5　生成刀轨

- 单击，生成如图 15-90 所示的刀轨，单击确定。

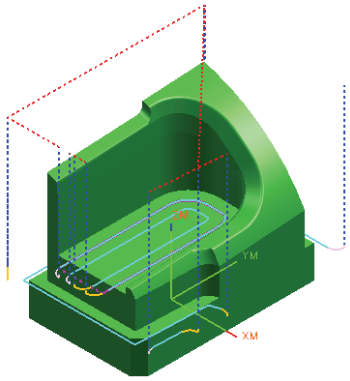


图 15-90

15.2.7　创建精加工操作（4）

Step 1　使用平面铣操作子类型，创建精加工操作

- 单击，选择如图 15-91 所示的操作子类型和父节点，单击确定，打开平面铣对话框，设置如图 15-92 所示的参数。



图 15-91



图 15-92

- 单击，定义如图 15-93 所示的零件边界，单击确定。

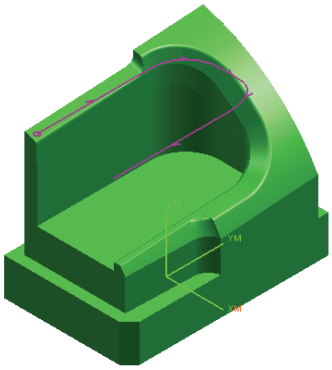


图 15-93

- 单击，设置如图 15-94 所示的底平面，单击确定。

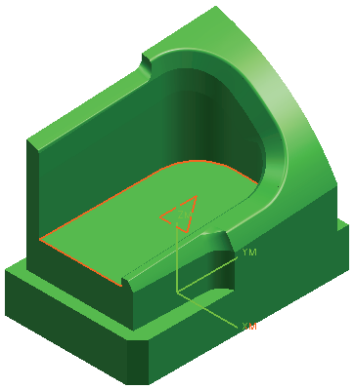


图 15-94

Step 2　设置切深参数

- 单击，设置如图 15-95 所示的切深参数，单击确定。

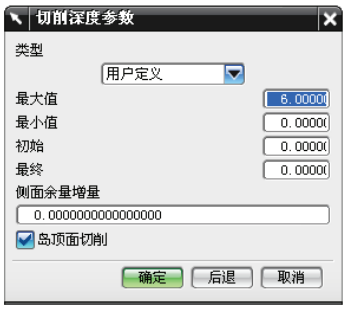


图 15-95

Step 3　设置切削参数

- 单击，设置如图 15-96 和图 15-97 所示的切削参数，其余参数使用默认值，单击确定。

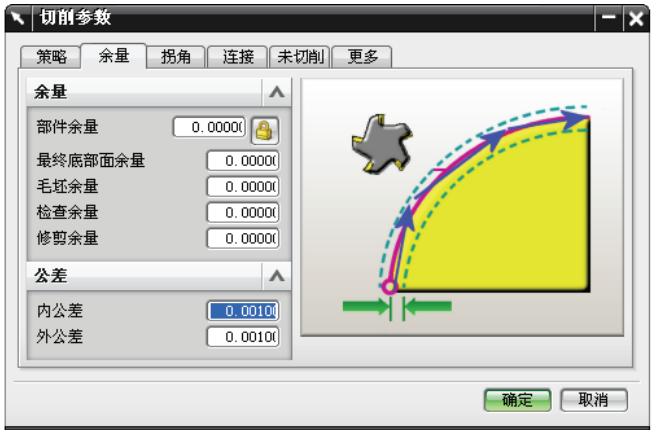


图 15-96

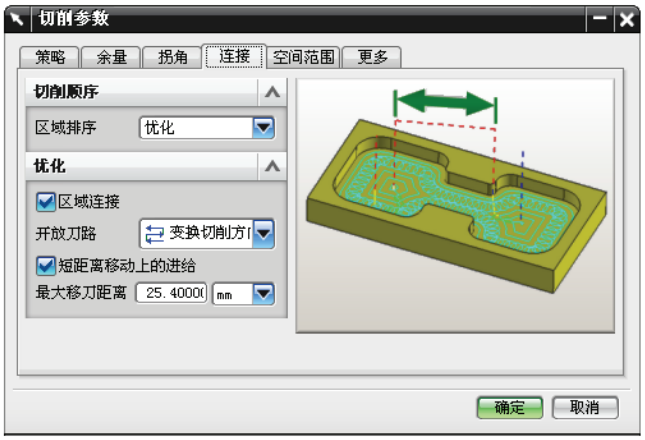


图 15-97

Step 4　设置切削速度

- 单击，设置如图 15-98 所示的主轴速度与进给率，单击确定。



图 15-98

Step 5　生成刀轨

- 单击，生成如图 15-99 所示的刀轨，单击确定。

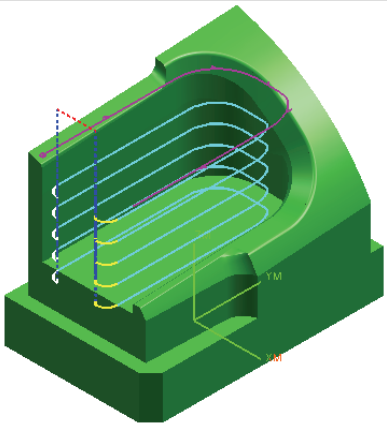


图 15-99

15.2.8 创建精加工操作（5）

Step 1 复制 PLANAR_MILL 操作，创建精加工操作

- 单击，切换到刀具视图。
- 单击 PLANAR_MILL 操作，单击 MB3，打开快捷菜单，选择复制，再单击 PLANAR_MILL 操作，单击 MB3，打开快捷菜单，选择粘贴，创建操作 PLANAR_MILL_COPY。
- 双击 PLANAR_MILL_COPY，打开操作对话框。
- 单击，打开边界定义对话框，删除原有所有边界，并增加如图 15-100 所示的开放边界，保留的材料侧为边界的右边。

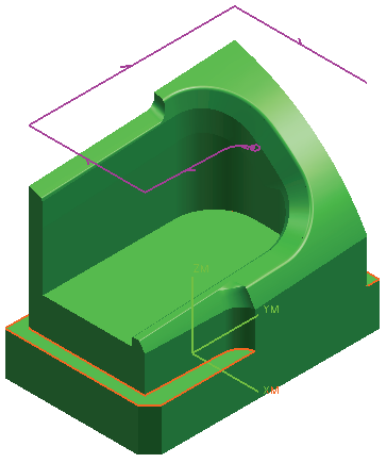


图 15-100

- 单击，重新设置如图 15-101 所示的底平面，单击确定。

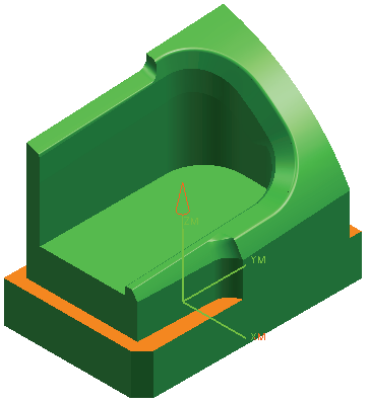


图 15-101

Step 2　生成刀轨

- 单击，生成如图 15-102 所示的刀轨，单击确定。

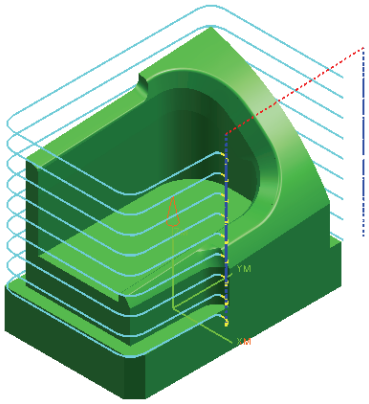


图 15-102

15.2.9　创建精加工操作（6）

Step 1　复制 PLANAR_MILL 操作，创建精加工操作

- 单击，切换到刀具视图。
- 单击 PLANAR_MILL 操作，单击 MB3，打开快捷菜单，选择复制，再单击 PLANAR_MILL 操作，单击 MB3，打开快捷菜单，选择粘贴，创建操作 PLANAR_MILL_COPY_1。
- 双击 PLANAR_MILL_COPY_1，打开操作对话框。
- 单击，打开边界定义对话框，删除原有的所有边界，并增加如图 15-103 所示的边界，保留的材料侧为边界的里边。

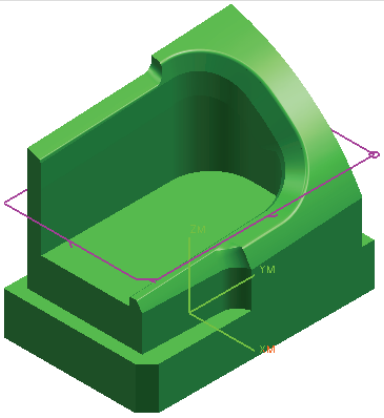


图 15-103

- 单击，重新设置如图 15-104 所示的底平面，单击确定。

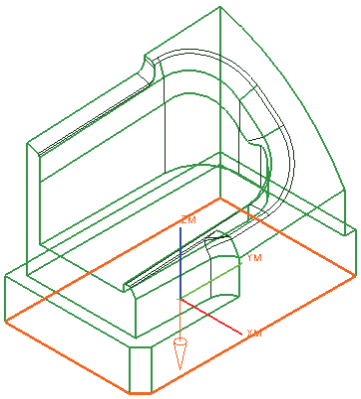


图 15-104

Step 2　生成刀轨

- 单击，生成如图 15-105 所示的刀轨，单击确定。

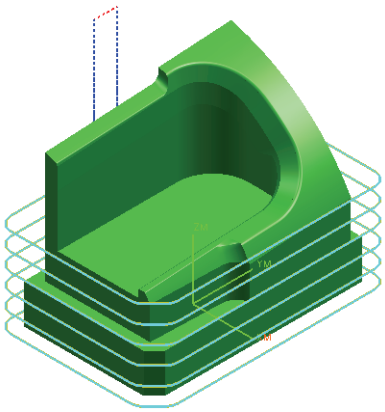


图 15-105

15.2.10　输出 NC 程序

Step 1　操作分组

- 在完成操作创建之后，按工艺要求对操作进行分组，如图 15-106 所示。

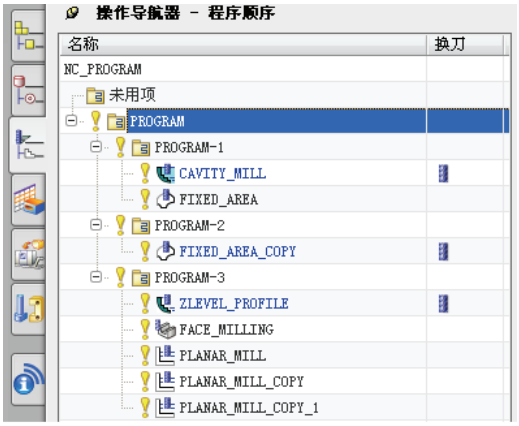


图 15-106

Step 2　输出 NC 程序

- 选择程序组 PROGRAM，单击，打开后处理对话框，选择正确的后处理程序，指定输出 NC 文件名，如图 15-107 所示，单击确定，输出 NC 程序。



图 15-107

15.3　实例 3

工　　件：如图 15-108 所示，材料为石墨。

加工要求：所有尺寸精度匀为±0.02mm；表面粗糙度上限为 Ra3.2。

加工条件：石墨加工专用机床，使用夹具装加。

根据加工条件和加工要求，制订如表 15-3 所示的加工工艺方案，各操作中的切削参数如切深、主轴速度、进给率等均按上述加工条件设定。

表 15-3

工　序	刀　具	余　量	备　注
粗加工	D10	0.2 mm（侧面） 0.1 mm（底面）	TiAlN 涂层刀具
半精加工	D3	0.1mm	
精加工	R1.5		

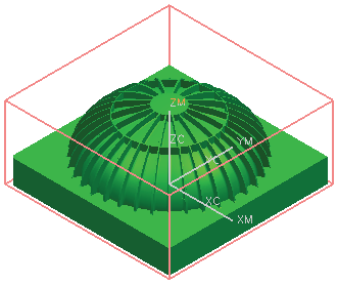


图 15-108

【目的】编写电风扇罩石墨电极零件的完整铣削加工程序，重点学习石墨电极加工的操作参数设置。编写程序时，也可使用 11 章中创建的铣削模板 my_milling_template.prt，以提高编程速度。

本实例可参考配书光盘中的视频文件光盘\nxcam_video\examples\electrode_3_v.exe 或按以下步骤完成。

15.3.1 编程准备

Step 1　打开零件

- Open→光盘\nxcam_parts\examples\electrode_3.prt。

Step 2　运行加工模块

- Start→Manufacturing。

Step 3　定义工件（WORKPIECE）

- 单击，打开操作导航器对话框。
- 单击，切换到几何视图。
- 双击 MCS_MILL，定义 MCS 与 WCS 重合；安全设置选项为平面，距离零件上表面 10mm。
- 双击 WORKPIECE，定义如图 15-109 所示的零件为 Part，毛坯使用自动块定义，设置如图 15-109 所示的偏置参数，单击确定。



图 15-109

Step 4　创建刀具

- 创建本实例加工工艺方案表格中所列的刀具，也可参考加工创建一章中的相关内容创建刀具。

15.3.2　创建粗加工操作

Step 1　创建型腔铣操作

- 单击，选择如图 15-110 所示的操作子类型和父节点，单击确定，打开型腔铣对话框，设置如图 15-111 所示的参数。



图 15-110



图 15-111

Step 2　设置切削参数

- 单击，设置如图 15-112、图 15-113、图 15-114 和图 15-115 所示的切削参数，其余参数使用默认值，单击确定。

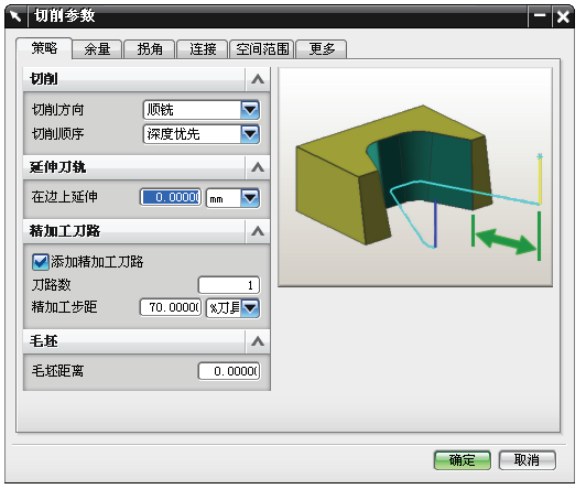


图 15-112

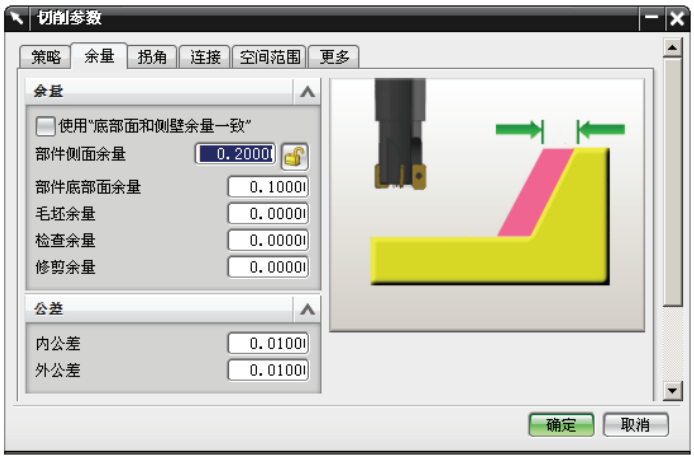


图 15-113

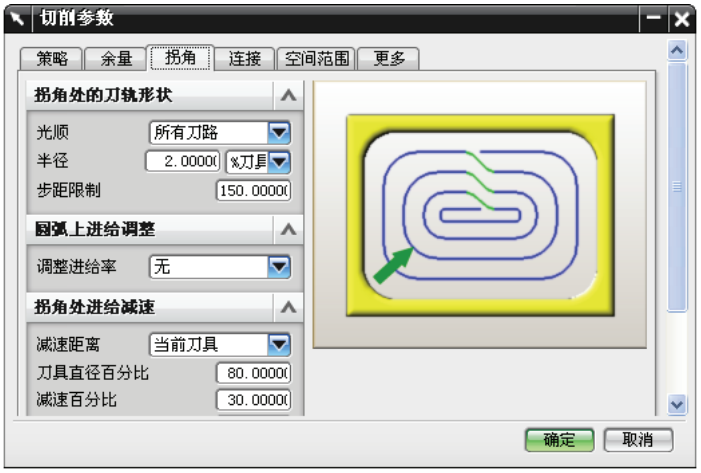


图 15-114

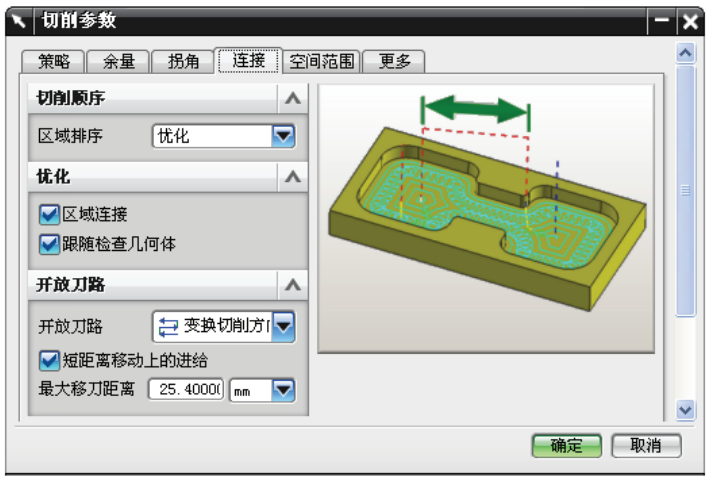


图 15-115

Step 3　设置非切削移动参数

- 单击，设置如图 15-116 和图 15-117 所示的非切削移动参数，单击确定。

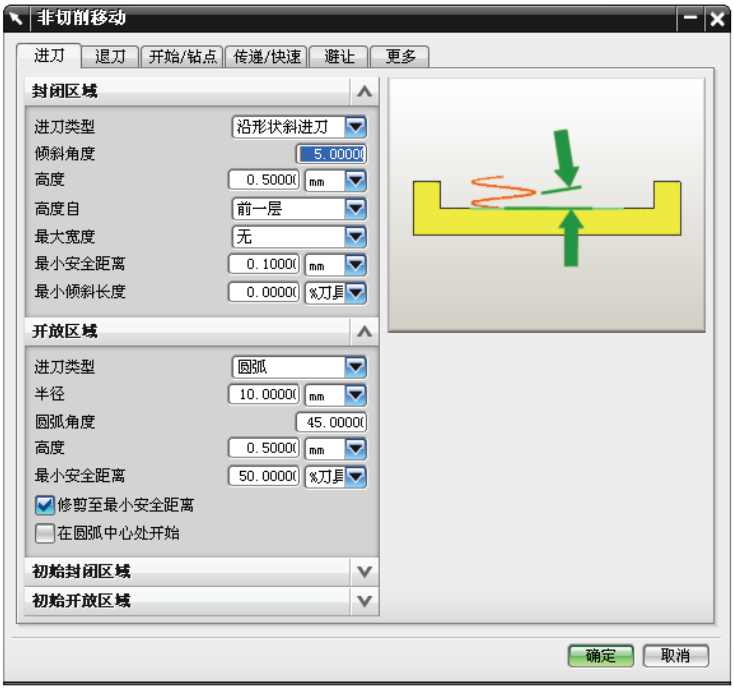


图 15-116

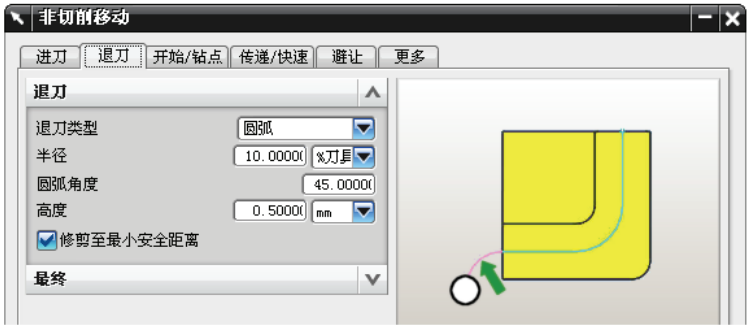


图 15-117

Step 4　设置切削速度

- 单击，设置如图 15-118 所示的主轴速度与进给率，单击确定。



图 15-118

Step 5　生成刀轨

- 单击，生成刀轨。
- 单击验证刀轨，显示如图 15-119 所示的加工结果。

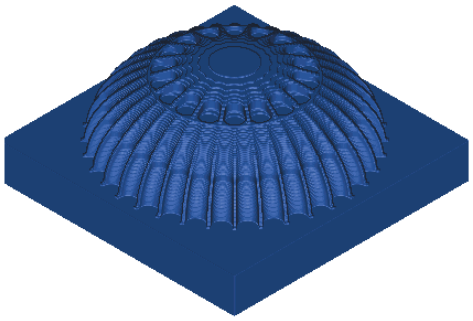


图 15-120

15.3.3　创建半精加工操作

Step 1　创建等高轮廓铣操作

- 单击，选择如图 15-120 所示的操作子类型和父节点，单击确定，打开深度加工轮廓对话框，设置如图 15-121 所示的参数。



图 15-120



图 15-121

- 单击，打开切削区域选择对话框，选择如图 12-122 所示的切削区域，单击确定。

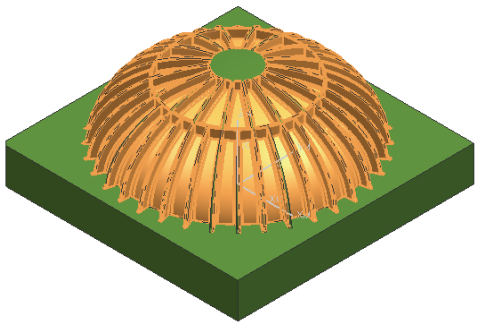


图 15-122

Step 2　设置切削参数

- 单击，设置如图 15-123、图 15-124 和图 15-125 所示的切削参数，单击确定。

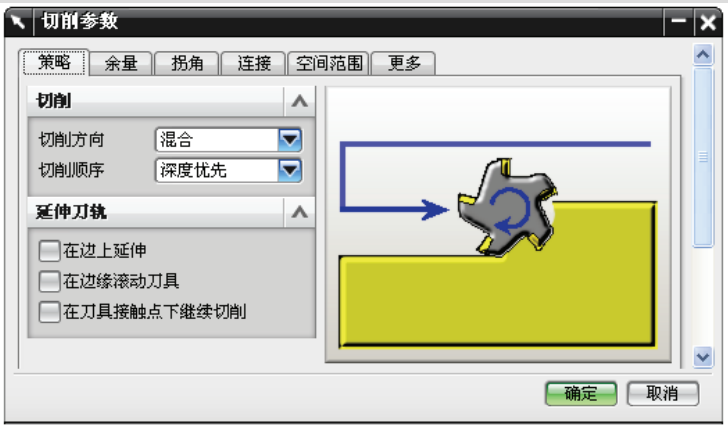


图 15-123

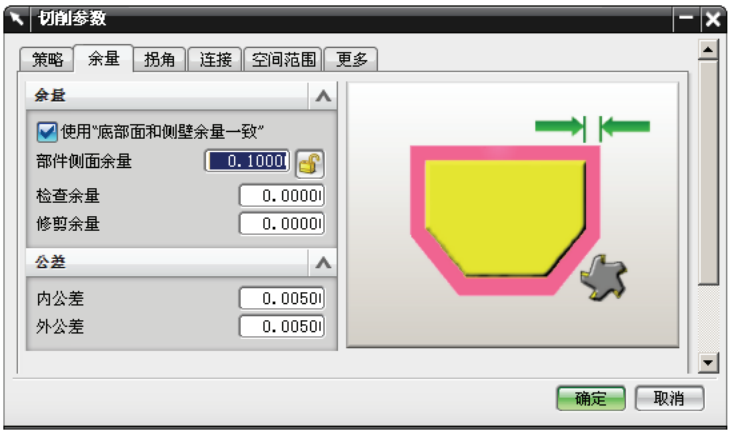


图 15-124

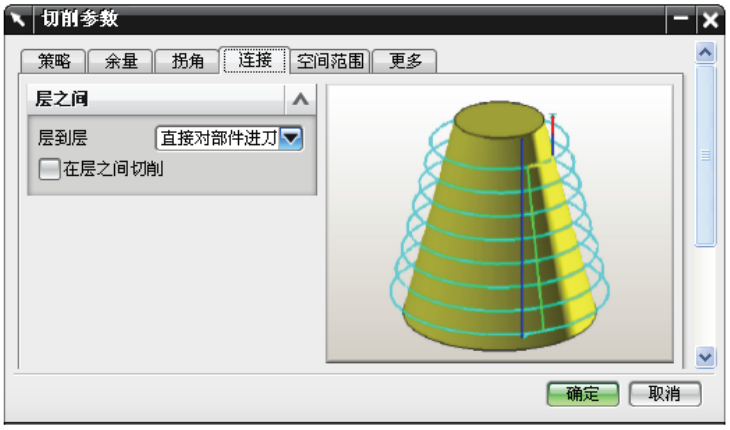


图 15-125

Step 3　设置非切削移动参数

- 单击，设置如图 15-126 的非切削移动参数，单击确定。

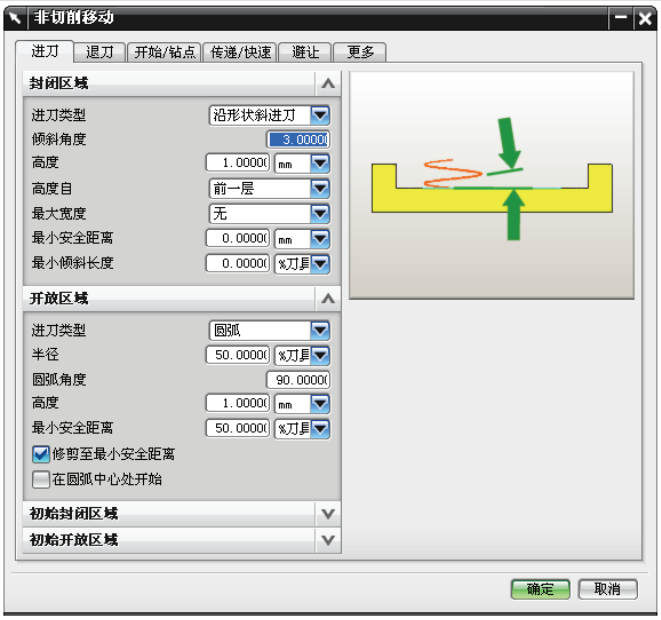


图 15-126

Step 4　设置切削速度

- 单击，设置如图 15-127 所示的主轴速度与进给率，单击确定。



图 15-127

Step 5　生成刀轨

- 单击，生成如图 15-128 所示的刀轨，单击确定。

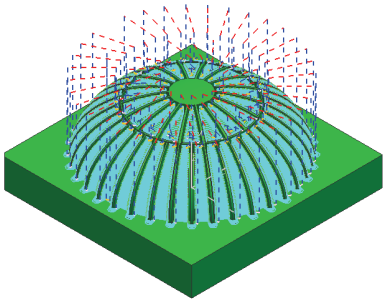


图 15-128

15.3.4　创建精加工操作（1）

Step 1　复制 ZLEVEL_PROFILE 操作，创建精加工操作

- 单击 ZLEVEL_PROFILE 操作，单击 MB3，打开快捷菜单，选择复制，再单击 ZLEVEL_PROFILE 操作，单击 MB3，打开快捷菜单，选择粘贴，生成 ZLEVEL_PROFILE_COPY 操作。
- 双击 ZLEVEL_PROFILE_COPY，打开操作对话框，设置每层切削深度为 0.1。
- 单击，打开切削区域选择对话框，选择如图 12-129 所示的切削区域，单击确定。

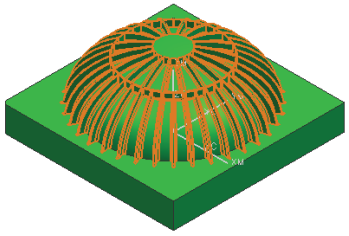


图 12-129

- 单击，设置如图 15-130 所示的切削参数，单击确定。

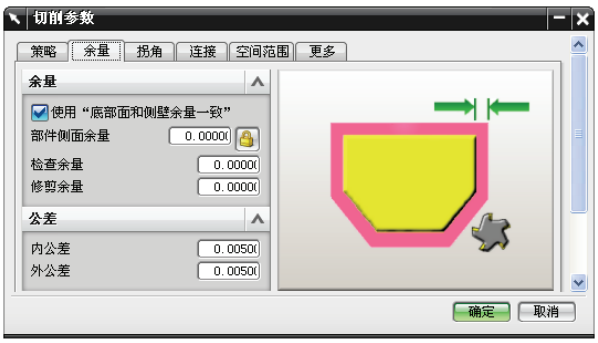


图 15-130

Step 2　生成刀轨

- 单击，生成如图 15-131 所示的刀轨，单击确定。

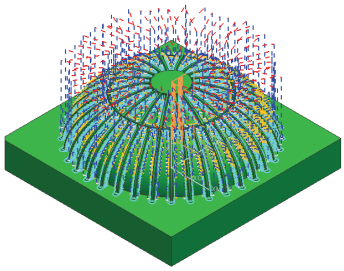


图 15-131

15.3.5　创建精加工操作（2）

Step 1　使用区域驱动操作子类型，创建精加工操作

- 单击，选择如图 15-132 所示的操作子类型和父节点，单击确定，打开如图 15-133 所示的轮廓区域对话框。

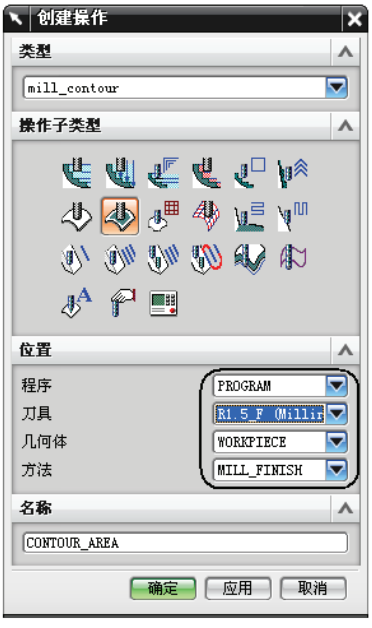


图 15-132



图 15-133

- 单击，选择如图 15-134 所示的曲面，单击确定。

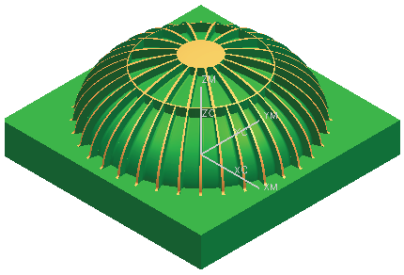


图 15-134

- 单击，设置如图 15-135 所示的参数，单击确定。



图 15-135

Step 2　设置切削参数

- 单击，设置如图 15-136 和图 15-137 所示的切削参数，单击确定。

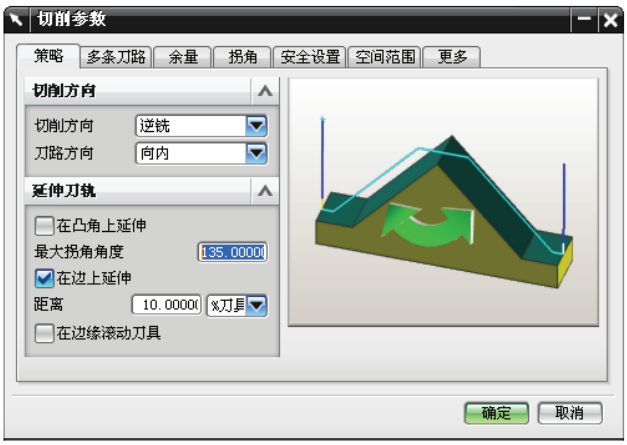


图 15-136

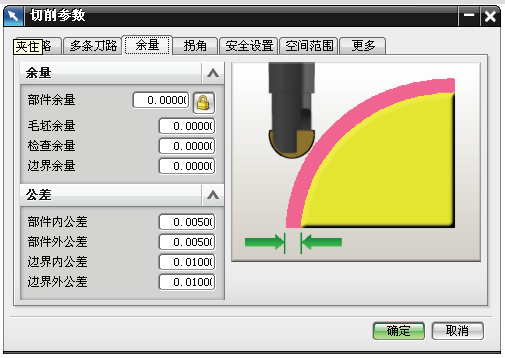


图 15-137

Step 3　设置非切削移动参数

- 单击，设置如图 15-138 所示的非切削移动参数，单击确定。

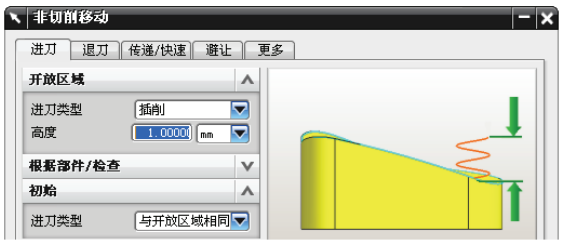


图 15-138

Step 4　设置切削速度

- 单击，设置如图 15-139 所示的主轴速度与进给率，单击确定。



图 15-139

Step 5　生成刀轨

- 单击，生成如图 15-140 所示的刀轨，单击确定。

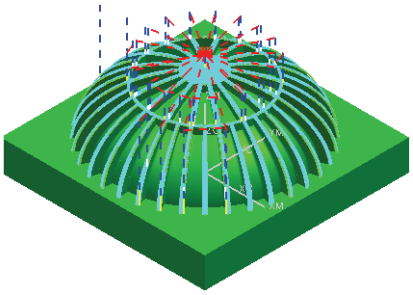


图 15-140

15.3.6　创建精加工操作（3）

Step 1　复制 CONTOUR_AREA 操作，创建精加工操作

- 单击 CONTOUR_AREA 操作，单击 MB3，打开快捷菜单，选择复，单击刀具 R1.5_F，单击 MB3，打开快捷菜单，选择内部粘贴，生成 CONTOUR_AREA_COPY 操作。
- 双击 CONTOUR_AREA_COPY，打开操作对话框，将驱动方法改为清根。
- 单击，选择如图 15-141 所示的曲面，单击确定。
- 单击，设置如图 15-142 所示的参数，单击确定。

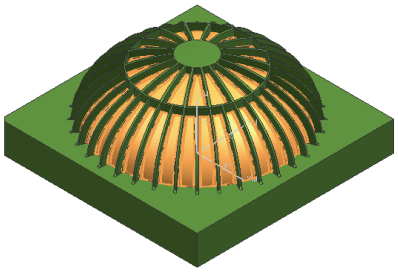


图 15-141

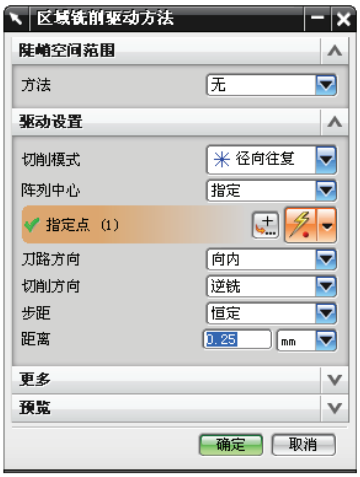


图 15-142

Step 2　生成刀轨

- 单击，生成如图 15-143 所示的刀轨，单击确定。

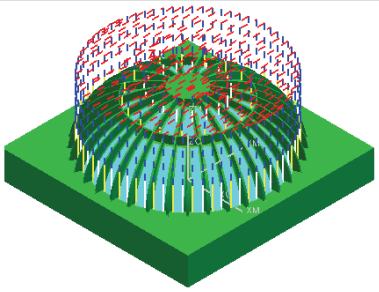


图 15-143

15.3.7 创建精加工操作（4）

Step 1 使用面铣操作子类型，创建精加工操作

- 单击，选择如图 15-144 所示的操作子类型和父节点，单击确定，打开平面铣对话框，设置如图 15-145 所示的参数。



图 15-144

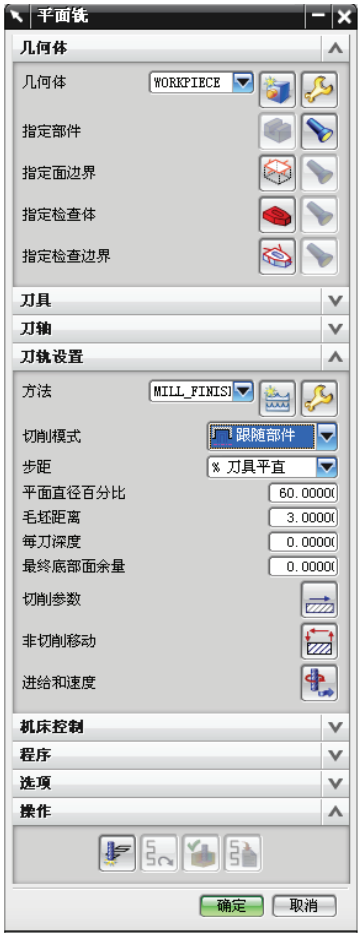


图 15-145

- 单击，选择如图 15-146 所示的平表面，单击确定。

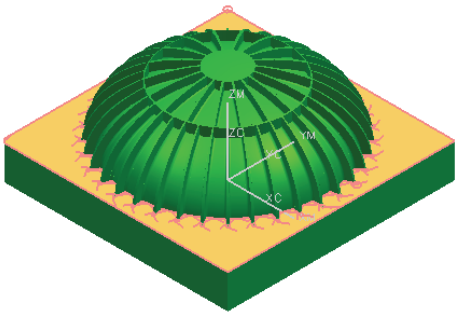


图 15-146

Step 2　设置切削参数

- 单击，设置如图 15-147 和图 15-148 所示的参数，单击确定。

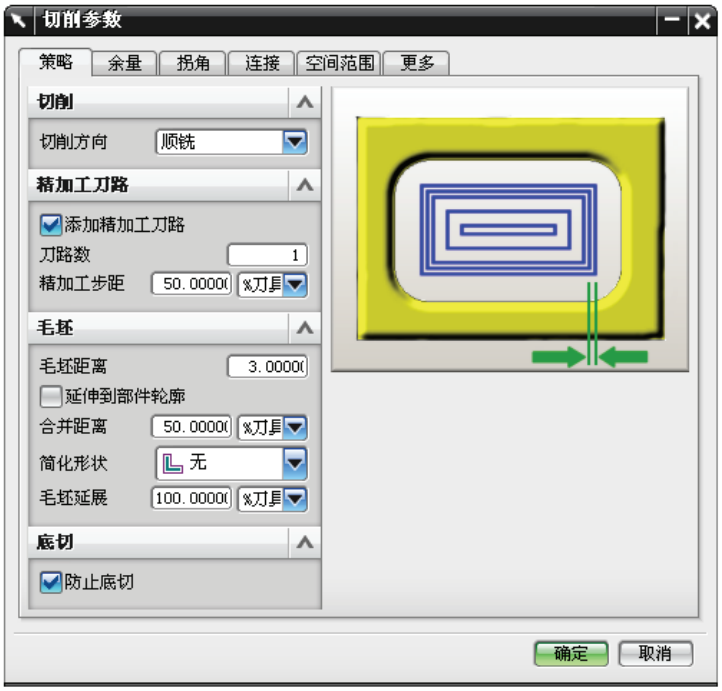


图 15-147

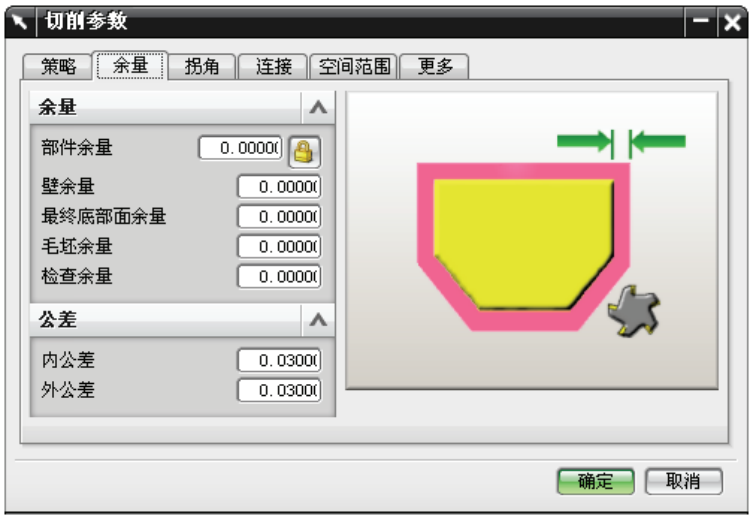


图 15-148

Step 3　设置非切削移动参数

- 单击，设置如图 15-149 所示的非切削移动参数，单击确定。

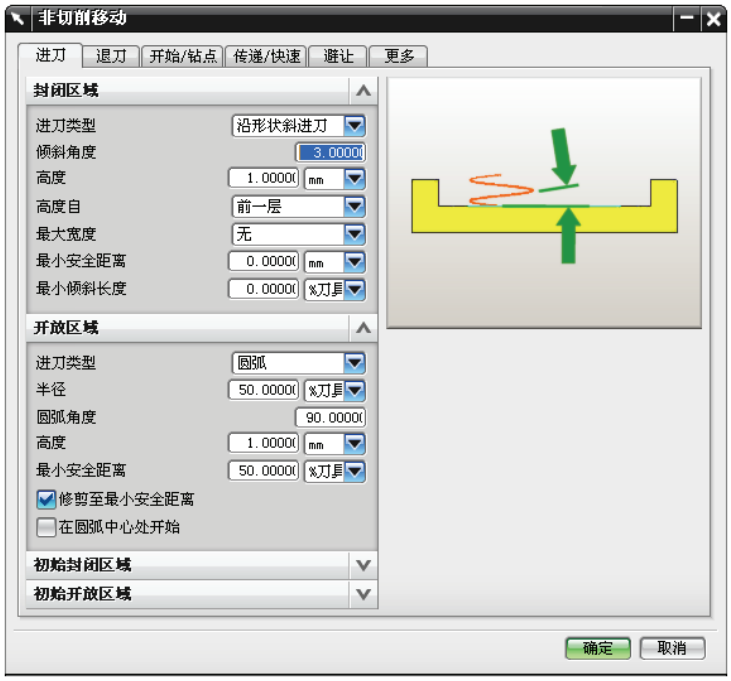


图 15-149

Step 4　设置切削速度

- 单击，设置如图 15-150 所示的主轴速度与进给率，单击确定。



图 15-150

Step 5　生成刀轨

- 单击，生成如图 15-151 所示的刀轨，单击确定。

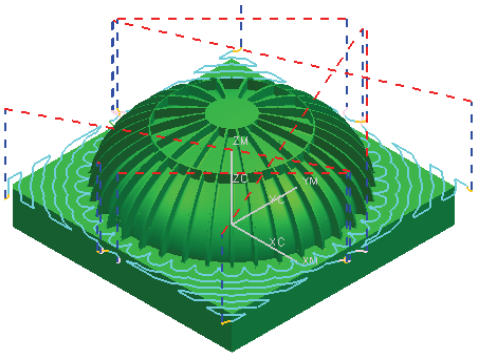


图 15-151

15.3.8　创建精加工操作（5）

Step 1　使用平面铣操作子类型，创建精加工操作

- 单击，选择如图 15-152 所示的操作子类型和父节点，单击确定，打开平面铣对话框，设置如图 15-153 所示的参数。



图 15-152



图 15-153

- 单击，定义如图 15-154 所示的零件边界，单击确定。

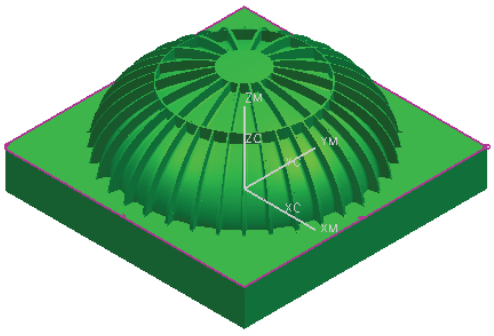


图 15-154

- 单击，定义如图 15-155 所示的底平面，单击确定。

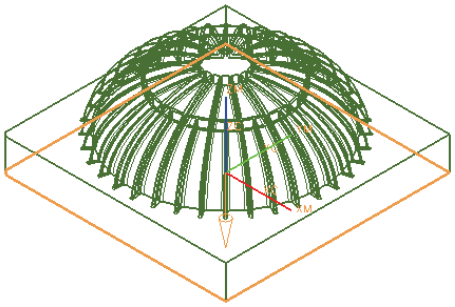


图 15-155

Step 2　设置切深参数

- 单击，设置如图 15-156 所示的切深参数，单击确定。

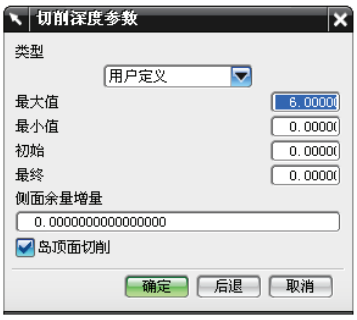


图 15-156

Step 3　设置切削参数

- 单击，设置如图 15-157 所示的切削参数，其余参数使用默认值，单击确定。

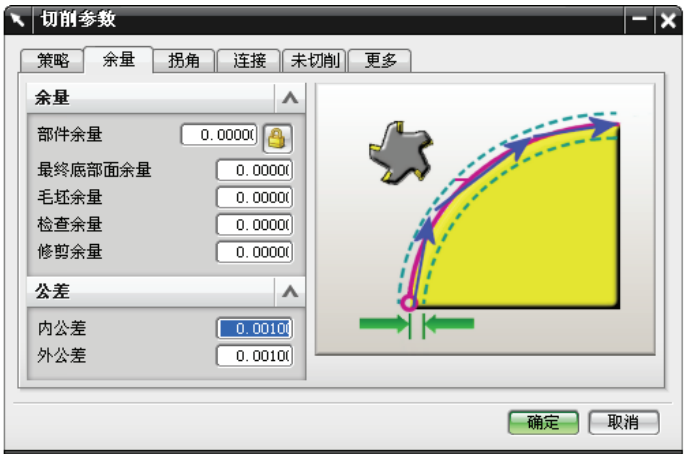


图 15-157

- 单击，设置如图 15-158 所示的主轴速度与进给率，单击确定。



图 15-158

Step 4　生成刀轨

- 单击，生成如图 15-159 所示的刀轨，单击确定。

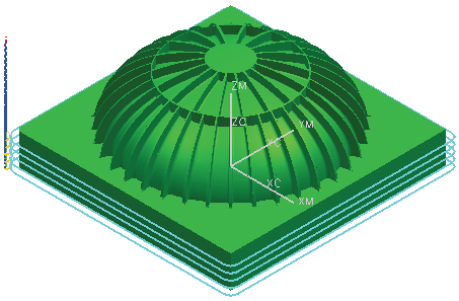


图 15-159

15.3.9　输出 NC 程序

Step 1　创建程序组

- 在完成操作创建之后，应按工艺要求对操作进行分组，如图 15-160 所示。

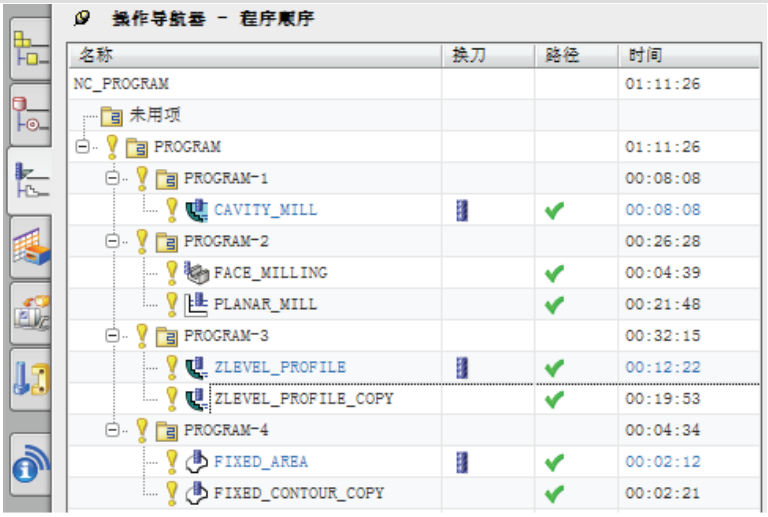


图 15-160

Step 2　输出 NC 程序

- 选择程序组 PROGRAM，单击，打开后处理对话框，选择正确的后处理程序，指定输出 NC 文件名，如图 15-161 所示，单击确定，输出 NC 程序。



图 15-161